

UNIVERSIDADE DE LISBOA



**TRABALHO LABORATORIAL DE CARIZ INVESTIGATIVO NA APRENDIZAGEM
DO TEMA CORRENTE ELÉTRICA E CIRCUITOS ELÉTRICOS**

CARLA ALEXANDRA DIAS TEIXEIRA DA SILVA

**RELATÓRIO DA PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA ORIENTADO PELA
PROFESSORA DOUTORA MÓNICA LUÍSA MENDES BAPTISTA
E PELO
PROFESSOR DOUTOR RUI JORGE LOURENÇO SANTOS AGOSTINHO**

**MESTRADO EM ENSINO DA FÍSICA E DA QUÍMICA NO 3.º CICLO DO ENSINO BÁSICO E NO
ENSINO SECUNDÁRIO**

2016

UNIVERSIDADE DE LISBOA



**TRABALHO LABORATORIAL DE CARIZ INVESTIGATIVO NA APRENDIZAGEM
DO TEMA CORRENTE ELÉTRICA E CIRCUITOS ELÉTRICOS**

CARLA ALEXANDRA DIAS TEIXEIRA DA SILVA

RELATÓRIO DA PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA ORIENTADO PELA
PROFESSORA DOUTORA MÓNICA LUÍSA MENDES BAPTISTA
E PELO
PROFESSOR DOUTOR RUI JORGE LOURENÇO SANTOS AGOSTINHO

MESTRADO EM ENSINO DA FÍSICA E DA QUÍMICA NO 3.º CICLO DO ENSINO BÁSICO E NO
ENSINO SECUNDÁRIO

2016

Aos meus filhos, Alexandre e Afonso

AGRADECIMENTOS

À professora Doutora Mónica Baptista, pela sua total disponibilidade, simpatia, paciência, valiosas sugestões e orientação que, de forma decisiva contribuíram para que este trabalho chegasse a bom termo. Muito obrigado por TUDO!

Ao professor Doutor Rui Agostinho pela disponibilidade e revisão da fundamentação científica.

A todos os professores que me acompanharam ao longo deste mestrado, em especial à professora Doutora Manuela Rocha pela disponibilidade manifestada e pelos saberes e competências que em mim desenvolveram.

À professora-cooperante Celeste Ferreira, por me ter aberto a porta da sua sala e partilhado comigo os seus alunos. Obrigado por toda a disponibilidade dispensada, pelas experiências e conhecimento partilhados. Existirá sempre um bocadinho de si na minha forma de dar aulas.

À minha grande amiga Anália que embarcou comigo nesta grande aventura, estando presente nos momentos bons e nos menos bons. Sem ti não teria sido possível!

Ao meu colega e amigo Paulo, que me acompanhou ao longo deste Mestrado, pelas horas passadas ao telefone a falar sobre tarefas e planificações, pelas noites inacabáveis a fazer relatórios de física Obrigado pela partilha, mas sobretudo pela tua amizade e apoio.

Aos meus Pais pelo carinho, apoio e incentivo em Todos os momentos da minha vida.

Aos meus sogros por todo o apoio e disponibilidade. A vossa ajuda foi fundamental!

Ao meu marido, Jorge, por compreender todas as minhas ausências, por me ter acompanhado, apoiado e incentivado nos momentos em que pensei em desistir. Sem o teu amor não teria conseguido.

Aos meus filhos por suportarem as minhas ausências e me receberam sempre com um sorriso. Obrigado pelo vosso amor, que me deu força e coragem para continuar nesta jornada.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo conhecer de que forma o uso do trabalho laboratorial de cariz investigativo contribui para a aprendizagem do tema Corrente elétrica e Circuitos elétricos. Para tal, identificou-se a evolução das conceções dos alunos acerca deste tema, as aprendizagens realizadas no domínio processual, as estratégias utilizadas pelos alunos para realizarem essas aprendizagens e avaliação que fazem do uso deste tipo de tarefas. Desenvolveram-se cinco tarefas de trabalho laboratorial de cariz investigativo sobre o tema Corrente elétrica e Circuitos elétricos, realizadas em seis aulas de 90 minutos e três aulas de 45 minutos. Para atingir estes objetivos utilizou-se uma metodologia de investigação qualitativa. Participaram neste estudo 30 alunos de uma turma de 9.º ano de escolaridade de uma escola situada no distrito de Lisboa. Utilizaram-se vários instrumentos de recolha de dados: observação naturalista, entrevista em grupo focado e documentos escritos. Da análise de conteúdo emergiram várias categorias e subcategorias que facilitaram a organização e compreensão dos dados.

Os resultados apontam uma evolução positiva acerca das conceções relativas aos conceitos abordados nesta temática. Os resultados, também, indicam que os alunos realizaram aprendizagens no domínio processual e que desenvolveram estratégias que contribuíram para a concretização dessas aprendizagens. Os resultados mostram, ainda, que os alunos avaliam de forma positiva a realização de trabalho laboratorial de cariz investigativo, associando a esta estratégia de ensino um maior envolvimento e uma aprendizagem mais significativa.

Palavras-chave: trabalho laboratorial de cariz investigativo, eletricidade, literacia científica, desenvolvimento de competências.

ABSTRACT

This study aimed to understand how the use of the investigative nature of laboratory work contributes to the theme of learning electric current and electrical circuits. To this end, identified the evolution of the conceptions of the students on the subject, the learning achieved in the procedural field, the strategies used by students to carry out their learning and evaluation that make use of this type of tasks. Developed by five laboratory work assignments of investigative nature on the subject of electric current and electrical circuits, conducted in six 90-minute classes and three classes of 45 minutes. To achieve these goals it was used a qualitative research methodology. The sample consisted of 30 students in a class of 9th grade at a school located in the district of Lisbon. It was used multiple data collection tools: naturalistic observation, group interview focused and written documents. Content analysis emerged various categories and subcategories that facilitated the organization and understanding of the data.

The results show a positive evolution about conceptions regarding the concepts discussed in this topic. The results also indicate that students accomplished learning in the procedural area and developed strategies that contributed to the achievement of such learning. The results also show that students evaluate positively the performance of laboratory work of investigative nature, associating this teaching strategy for greater involvement and a more meaningful learning.

Keywords: laboratory work of investigative nature, electricity, scientific literacy, skills development.

ÍNDICE

Índice de quadros	xii
Índice de figuras	xiii
 CAPÍTULO I	
INTRODUÇÃO.....	1
Organização do trabalho	2
 CAPÍTULO II	
ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	5
Trabalho Laboratorial: Perspetiva Histórica	5
Clarificação do conceito e da terminologia: Trabalho laboratorial	11
Tipos de trabalho laboratorial	12
Conceções alternativas dos alunos	18
Conceções alternativas dos alunos sobre eletricidade	20
 CAPÍTULO III	
PROPOSTA DIDÁTICA.....	25
Fundamentação Científica	25
Carga elétrica	25
Condutores e isolantes elétricos	28
Lei de Coulomb	29
Campo elétrico	30
Energia potencial e Diferença de potencial elétrico	34
Corrente elétrica	35
Resistência e lei de Ohm	38
Circuitos elétricos de corrente contínua	40

Fundamentação Didática	43
Enquadramento Curricular	43
Organização da proposta didática	46
Breve descrição das tarefas	52
Avaliação	56

CAPÍTULO IV

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS.....59

Método de investigação	59
 Recolha de dados	 61
Observação	61
Entrevista	62
Documentos escritos	66
 Participantes	 67
A escola	67
A turma	68
 Análise de dados	 68

CAPÍTULO V

RESULTADOS.....71

Evolução das concepções dos alunos sobre corrente elétrica e circuitos elétricos	71
Circuitos elétricos	71
Corrente elétrica	75
Tensão elétrica	78
Condutibilidade elétrica	83
 Aprendizagens realizadas pelos alunos no domínio processual e estratégias utilizadas	 87
Conhecimento processual	87
Estratégias	99

Avaliação dos alunos às tarefas que envolvem trabalho laboratorial do tipo investigativo	109
Gosto e interesse	109

CAPÍTULO VI

DISCUSSÃO, RESULTADOS E REFLEXÃO FINAL.....	117
--	------------

Discussão	117
-----------	-----

Conclusão	121
-----------	-----

Reflexão final	122
----------------	-----

REFERÊNCIAS	125
--------------------------	------------

APÊNDICES

Apêndice A - Tarefas	133
----------------------	-----

Apêndice B - Planificação das Aulas	149
-------------------------------------	-----

Apêndice C - Instrumentos de Avaliação	181
--	-----

Apêndice D - Questionário	197
---------------------------	-----

Apêndice E - Guião da Entrevista	201
----------------------------------	-----

Índice de quadros

Quadro 2.1

<i>Tipologia de trabalho laboratorial</i>	14
---	----

Quadro 3.1

<i>Carga das três partículas elementares</i>	27
--	----

Quadro 3.2

<i>Síntese das principais fases do modelo dos 5 E's</i>	47
---	----

Quadro 3.3

<i>Sequência de aulas e objetivos da aprendizagem</i>	48
---	----

Quadro 3.4

<i>Síntese das competências desenvolvidas em cada tarefa</i>	52
--	----

Quadro 3.5

<i>Identificação das fases do modelo do 5 E's nas tarefas laboratoriais de caráter investigativo</i>	55
--	----

Quadro 4.1

<i>Categorias e subcategorias para as questões em estudo</i>	69
--	----

Índice de figuras

Figura 2.1

Relação entre trabalho prático, laboratorial, experimental de campo12

Figura 2.2

Dimensões das tarefas de trabalho laboratorial de cariz investigativo17

Figura 2.3

Exemplos de circuitos indicativos do modelo fonte-consumidor21

Figura 2.4

Modelos do fluxo de corrente elétrica em circuitos simples22

Figura 3.1

Forças elétricas entre: (a) objetos com cargas elétricas opostas e (b) objetos com cargas elétricas iguais

.....26

Figura 3.2

Transferência de eletrões da vareta de vidro para o pano de seda28

Figura 3.3

Balança de Coulomb, usada para estabelecer a lei de Coulomb29

Figura 3.4

Duas cargas elétricas puntiformes separadas por uma distância r , exercendo força uma sobre a outra, dada pela lei de Coulomb. A força \vec{F}_{21} exercida por q_2 em q_1 tem igual intensidade e sentido, mas direção oposta à força \vec{F}_{12} exercida por q_1 em q_2 29

Figura 3.5

(a) e (c) quando uma carga de prova é colocada perto de uma carga q , a carga de prova deteta uma força elétrica. (b) e (d) Num ponto P perto de uma carga q existe um campo elétrico32

Figura.3.6

Linhas de campo elétrico a atravessar duas superfícies. A densidade de linhas é superior quando atravessam a superfície A, logo a intensidade do campo elétrico nesta superfície é maior em relação à superfície B, onde a densidade de linhas de campo elétrico é menor32

Figura 3.7

Linhas de campo elétrico de cargas puntiformes33

Figura 3.8

(a) Linhas de campo elétrico entre duas cargas puntiformes positivas. (b) Linhas de campo elétrico entre uma carga puntiforme $+2q$ e outra carga $-q$ 33

Figura 3.9

(a) num condutor metálico em equilíbrio eletrostático, o movimento dos eletrões de condução é desordenado. (b) Originando uma diferença de potencial nos terminais do condutor, o movimento dos eletrões passa a ser ordenado e no sentido da força elétrica \vec{F}_e 36

Figura 3.10

Cargas em movimento através de uma área A36

Figura 3.11

(a) Corrente contínua com sentido e intensidade constantes no tempo; (b) corrente alternada que varia periodicamente com o tempo37

Figura 3.12

Um segmento de fio por onde passa uma corrente I. A diferença de potencial $V_a - V_b$ está relacionada ao campo elétrico por $V_a - V_b = E\Delta L$ 38

Figura 3.13

Gráficos de diferença de potencial (V) em função da corrente elétrica (I). (a) A diferença de potencial é proporcional à corrente elétrica de acordo com a lei de Ohm – condutor óhmico. (b) A diferença de potencial não é proporcional à corrente elétrica – condutor não-óhmico39

Figura 3.14

Duas lâmpadas associadas em série, representadas pelas respectivas resistências R_1 e R_2 . Os três diagramas são equivalentes. Em (b) está a representação esquemática do circuito na figura (a)41

Figura 3.15

Duas lâmpadas associadas em paralelo, representadas pelas respectivas resistências R_1 e R_2 . Os três diagramas são equivalentes42

Figura 3.16

Esquema organizador dos quatro temas44

Figura 3.17

Esquema organizador de conceitos da temática “Corrente elétrica e Circuitos elétricos”45

Figura 5.1

Gráfico da evolução das concepções dos alunos acerca do conceito de circuito elétrico72

Figura 5.2

Gráfico da evolução das concepções dos alunos acerca do conceito corrente elétrica75

Figura 5.3

Gráfico da evolução das concepções dos alunos acerca do conceito tensão elétrica78

Figura 5.4

Gráfico da evolução das concepções dos alunos acerca do conceito condutibilidade elétrica83

Figura 5.5

Placas com circuitos com associações em série e em paralelo utilizadas pelos alunos na parte três da tarefa 4; (i) e (ii) placas de circuitos com associação de duas lâmpadas em paralelo; (iii) e (iv) placas de circuitos com associação de duas lâmpadas em série108

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A evolução da sociedade tem sido influenciada pelo desenvolvimento científico e tecnológico, implicando mudanças nos currículos escolares de modo a adapta-los às novas circunstâncias, apelando a um maior equilíbrio entre conhecimentos e processos científicos (Freire, 2005). Assim, deixa de fazer sentido um ensino de ciências focado em tarefas baseadas somente na dimensão pura da ciência, em detrimento de questões relacionadas com o fazer ciência e com a sociologia da ciência (Hodson, 1998). Ao longo dos anos, várias foram as reformas curriculares com novas propostas que visam melhorar o ensino e a aprendizagem das ciências. A nova abordagem, dada à educação em ciências, privilegia os processos tanto como os conteúdos científicos, assistindo-se a uma mudança de paradigma, passando de uma transmissão de conceitos para a valorização da resolução de problemas (Correia & Freire, 2009). Os currículos atuais centram-se numa abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e na promoção da literacia científica. Estes currículos são promotores de uma educação em ciências capaz de formar jovens cientificamente literatos, aptos para agir, e ter sucesso numa sociedade fortemente marcada pelo rápido desenvolvimento científico e tecnológico. Um dos pilares das Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais assenta no desenvolvimento de competências de conhecimento, de raciocínio, de atitudes e de comunicação, através de estratégias educativas diferenciadas, promotoras do envolvimento do aluno no processo de ensino-aprendizagem (Galvão, et al., 2001).

A visão construtivista do processo de ensino centrado no aluno e no desenvolvimento de competências, requer estratégias de ensino que possibilitem ao aluno desempenhar um papel ativo e construtivo da sua própria aprendizagem. As Orientações Curriculares sugerem experiências de aprendizagem que envolvam os alunos em tarefas de investigação com carácter laboratorial, propiciadoras para o envolvimento do aluno na sua aprendizagem, assim como, promotoras da literacia científica (Galvão, et al., 2001). Também, o *National Science Education Standards* (NRC, 2000) refere que o trabalho laboratorial de cariz investigativo permite realizar um conjunto de atividades, tais como: a realização de observações; a colocação de questões; a pesquisa em livros e outras fontes de informação; o planeamento de investigações; a utilização de ferramentas para analisar e interpretar dados; a exploração; a previsão e a comunicação de resultados; promotoras da literacia científica. Este

tipo de trabalho é desenvolvido segundo várias etapas que permitem promover o trabalho cooperativo, a seleção de materiais, a planificação de estratégias experimentais, a experimentação, os registos dos resultados e a comunicação de conclusões (Bybee et al., 2006; Hofstein, 2004; Wellington, 1998). A realização de tarefas laboratoriais de investigação coloca o aluno no centro das aprendizagens, criando espaço para que este mobilize a diversa competências promotoras da literacia científica.

Tendo em conta o referido, este trabalho tem como objetivo conhecer como o uso de tarefas de trabalho laboratorial de cariz investigativo, durante a lecionação da temática Corrente Elétrica e Circuitos Elétricos, facilita a aprendizagem dos alunos de uma turma do 9.º ano. Com o intuito de dar resposta a esta problemática, identificam-se três questões orientadoras:

- Que evolução ocorre nas conceções dos alunos sobre a corrente elétrica e circuitos elétricos através do trabalho laboratorial de cariz investigativo?
- Que aprendizagens no domínio processual, realizam os alunos quando estão envolvidos em trabalho laboratorial de cariz investigativo? E que estratégias facilitam essas aprendizagens?
- Que avaliação fazem os alunos às tarefas que envolvem trabalho laboratorial de cariz investigativo?

Organização do trabalho

O presente trabalho está organizado em seis capítulos. No primeiro faz-se a introdução ao trabalho, apresentando a sua problemática e as questões que o orientam. No segundo capítulo, realiza-se o enquadramento teórico deste trabalho, abordando a perspetiva histórica do trabalho laboratorial, a clarificação do conceito e terminologia do trabalho laboratorial, referem-se as diferentes tipologias de trabalho laboratorial e termina-se com uma revisão da literatura acerca das conceções alternativas sobre eletricidade. No terceiro capítulo, descreve-se a proposta didática. Este encontra-se dividido em duas secções: a fundamentação científica, onde são abordados os conceitos científicos considerados relevantes para a lecionação da temática; e a fundamentação didática, onde se apresenta o enquadramento curricular, organização da proposta didática, breve descrição das tarefas e tipo de avaliação utilizado. O quarto capítulo é dedicado aos métodos e procedimentos utilizados neste trabalho, descreve-se o método de investigação utilizado, os instrumentos de recolha de dados, os participantes e análise de dados. No quinto capítulo são apresentados os dados

recolhidos neste trabalho, no final, no sexto capítulo, discutem-se os dados recolhidos, apresentam-se as principais conclusões e reflete-se sobre todo o trabalho desenvolvido.

CAPÍTULO II

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O presente capítulo consiste no enquadramento teórico dos aspetos considerados de maior relevância para a problemática deste trabalho. Este encontra-se dividido em quatro secções. Na primeira secção apresenta-se uma breve resenha histórica da importância do trabalho laboratorial. Em seguida, clarifica-se o conceito e a terminologia do trabalho laboratorial. Na terceira secção descrevem-se os diferentes tipos de trabalho laboratorial. Por fim, apresenta-se uma breve revisão da literatura acerca das concepções alternativas dos alunos sobre o tema eletricidade.

Trabalho Laboratorial: Perspetiva Histórica

Desde a Antiguidade que o Homem sentia necessidade de compreender a Natureza que o rodeava. Os gregos, grandes observadores da Natureza, não conseguiam encontrar leis precisas, pois ignoravam a necessidade da experiência, fundamentando as suas observações em pressupostos filosóficos – religiosos derivados de comparações de ideias do senso comum (Almeida, 2003).

Roger Bacon, no século XIII, começou por defender que era a partir da observação e da experimentação que se deveriam interpretar os fenómenos naturais. Nesta altura, esta ideia não foi bem aceite, dado que a interpretação de fenómenos era ajustada a ideias previamente estabelecidas, tidas como verdades indiscutíveis que correspondiam à interpretação da bíblia. Assim, com o decorrer dos tempos, foram-se descobrindo novos factos através da observação de fenómenos naturais que não se conseguiam explicar com a interpretação natural. Por esta altura, emerge uma nova classe social – a burguesia, que devido à sua intensa atividade comercial, exigia progressos científicos e tecnológicos a vários níveis. A experimentação passou a desempenhar um papel fundamental no progresso científico, que se propagou pelos séculos seguintes (Pacheco, 2007).

No século XVI, Francis Bacon, acrescentou a indução à observação, recolha de dados e experimentação. Para este pensador a ciência tinha como finalidade adquirir conhecimentos que permitissem melhorar a qualidade de vida. O trabalho experimental era tido como a principal tarefa dos cientistas. No século XVII, o conhecimento científico desenvolveu-se de um modo nunca antes visto. Os pensadores consciencializaram-se que a experiência

constituía o caminho para interrogar a natureza e interpreta-la. Ainda assim, só no final do século XIX é que as disciplinas de Ciências e o trabalho laboratorial começaram a integrar os currículos escolares de diversos países (Klainin, 1988). Contudo, esta introdução foi lenta, “tendo nos primórdios, alguns alunos ingleses sido obrigados a pagar uma propina extra a fim de terem direito a aulas laboratoriais” (Leite, 2001, p. 79). O trabalho laboratorial conquista definitivamente um lugar de destaque nos currículos, muito devido ao facto de este se tornar um pré-requisito para o acesso a algumas universidades americanas (Leite, 2001). O trabalho laboratorial passou a ser utilizado nas escolas, inglesas e americanas, com o fim de confirmar o que teria sido apresentado na teoria.

No final do século XIX, começou a surgir a defesa da aprendizagem pela descoberta, no contexto das ciências (Klainin, 1988). O trabalho laboratorial passou a ser entendido como o ponto de partida para compreender a teoria. Para este facto, contribuiu, em larga escala, a crença de Armstrong em fazer a criança descobrir por si própria. Assim, surge a possibilidade dos alunos realizarem investigações, justificando a inclusão do trabalho laboratorial nos currículos das ciências, visto que contribuiria para os alunos aprenderem a aprender (Leite, 2001).

Na sequência da Segunda Grande Guerra Mundial e do lançamento do Sputnik, em 1957 (Klainin, 1988), a comunidade científica americana começou a pressionar o congresso e as autoridades para reformar os currículos de ciências nas escolas, uma vez que o ensino das ciências da época se encontrava em crise. Estes argumentavam que a inclusão das ciências nos currículos prepararia os alunos para a sua progressão nos estudos, para níveis mais avançados e, assim, a sua formação ao nível mais científico, formando cientistas e engenheiros que dariam resposta às necessidades da sociedade em acelerado crescimento. Nesta década, pretendia-se um ensino mais ativo, pondo de lado o ensino tradicional.

Segundo Wellington (1989 citado por Leite, 2001), a educação em ciência tem tradicionalmente sido dominada pela transmissão do conhecimento, ao apresentar a memorização de factos como o principal objetivo de aprendizagem. Este autor refere que os professores consideravam que este tipo de ensino afastava os alunos da ciência. Assim, como resposta à crise que o ensino em ciência enfrentava, era essencial a reformulação dos currículos das ciências, preconizando uma reforma curricular que visasse uma participação mais ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Deste modo, o trabalho laboratorial passou a ser encarado como uma estratégia essencial para a compreensão da teoria, proporcionando aos alunos a realização de investigações. Surge em Inglaterra, o projeto *Nuffield* e, nos Estados Unidos, projetos como *Biological Science Curriculum Study* e *Physical Science*

Study Curriculum, com o principal objetivo (de qualquer um destes currículos) de envolver os alunos no processo ensino-aprendizagem. As investigações, são assim, consideradas como um fator de motivação para os alunos e visam aumentar seu interesse pelas ciências e, conseqüentemente, o seu sucesso na aprendizagem, desenvolvendo capacidades relevantes para a sua formação (Almeida, 2001). Os projetos, anteriormente referidos, adotam o conhecimento científico como objetivo primordial e os métodos da ciência como meio para atingir esse objetivo, sobreponde-se o ensino dos processos ao ensino dos conceitos (Klainin, 1988). Denota-se, desta forma, uma deslocação do fulcro da aprendizagem do professor para o aluno e dos conteúdos conceptuais para os processos científicos.

Ainda que esta perspectiva tenha contribuído de forma positiva para a reformulação do ensino das ciências, no que diz respeito ao papel central do aluno e do trabalho laboratorial no processo de aprendizagem, nos finais dos anos 70 começou a surgir dúvidas acerca da sua eficácia. A abordagem indutivista introduzida nos currículos, dos projetos mencionados anteriormente, conduziu a uma visão simplista e limitada da ciência, ao considerar que as estruturas teóricas podiam emergir de dados experimentais, através de um processo de generalização indutiva (Freire, 1993). As atividades laboratoriais acabariam por se tornar muito mais fechadas e dependentes do conteúdo, do que inicialmente se desejava (Leite & Esteves, 2005)

Em 1985, o *Department of Education and Science*, em Inglaterra, passou a defender a introdução aos métodos da ciência, como a principal característica da educação em ciências, dando ênfase ao trabalho laboratorial, orientado para a resolução de problemas, rejeitando, desta forma, a transmissão da ciência através de uma perspectiva indutivista, tendo assumido uma postura concordante com as novas filosofias da ciência que, entretanto, começavam a tornar-se conhecidas e aceites (Chalmers, 1994).

Nos anos 90 surge o movimento “conceções alternativas”, defendendo novamente a possibilidade do trabalho laboratorial constituir-se como potenciador de aprendizagens e conceitos, no sentido em que poderiam ser úteis de forma a provocar o conflito cognitivo nos alunos, condição necessária à mudança conceptual (Leite & Esteves, 2005). Em 1996 surgiram nos Estados Unidos, os *National Science Education Standards* (NRC, 1996) que apresentaram uma série de princípios e linhas orientadoras para o ensino e a avaliação das ciências, reafirmando a convicção de que a investigação e a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, em contexto laboratorial, são essenciais para promover a literacia científica (Hofstein & Mamiok-Naaman, 2007).

Portugal foi acompanhando esta evolução, embora com algum desfasamento, em relação a outros países. Na década de 70, pretendia-se uma adequação do ensino às exigências políticas, económicas e culturais da sociedade Portuguesa. Eram visíveis as preocupações sociais, evidenciadas na necessidade de integração dos alunos no meio. Contudo, esta ideologia curricular não se fez sentir no programa de físico-químicas dos 8.º e 9.º anos de escolaridade. Esta incidia sobre o chamado método científico, valorizando a aquisição de conhecimentos que conduzia à aplicação do método científico. Ainda que no programa da disciplina estivesse mencionado que esta era uma disciplina de iniciação, com carácter experimental, os seus conteúdos programáticos eram centrados na ciência e nas suas leis, não existindo qualquer relação com o meio cultural em que o aluno se encontrasse inserido. Parecia existir uma incoerência em termos de orientação curricular, visando um afastamento entre o pressuposto e as finalidades de uma educação em ciências, elaborados internacionalmente, e as orientações curriculares para a disciplina de Física e Química em Portugal (Pacheco, 2007).

Na reforma curricular de 75/76 a carga horária da disciplina sofreu uma redução de 9 horas para 6 horas e as turmas divididas em turnos para realizar os trabalhos laboratoriais que estavam previstos. As aulas laboratoriais estavam interligadas nas disciplinas de Ciências, contudo, não se verificou uma verdadeira interligação entre os assuntos tratados nas aulas laboratoriais e nas aulas teóricas (Leite, 2001).

Na década de 80, com a aprovação da Lei de Bases do Sistema Educativo (Decreto-Lei n.º 46/86 de 14 de outubro), a Reforma do Sistema Educativo, no Ensino Básico, acompanhou as diretrizes internacionais. Os programas, desta época, defendiam o ensino do método científico, contudo a ênfase nos processos e a importância atribuída ao método científico fizeram-se sentir mais nas Ciências da Natureza do que na Física e na Química (Leite, 2001). O programa desta disciplina aduzia algumas inconsistências, na medida em que as finalidades da disciplina davam relevo aos processos científicos, enquanto os respetivos objetivos específicos se centravam em comportamentos do domínio cognitivo, em detrimento das capacidades, habilidades e atitudes (Freire, 1993).

Um estudo conduzido por Cachapuz, Malaquias, Martins, Thomaz e Vasconcelos (1989), demonstrou que, apesar da elevada frequência com que o trabalho laboratorial era utilizado pelos professores de ciências físico-químicas, este consistia essencialmente em demonstrações realizadas pelos professores, sendo as investigações mais adequadas para a aprendizagem da metodologia científica e resolução de problemas, raramente utilizadas.

Na sequência da publicação da Lei de Bases do Sistema educativo e dos trabalhos da Comissão da Reforma Educativa, o Governo publicou o Decreto-Lei n.º 286/89, de 29 de agosto, no qual aprovou novos planos curriculares. Esta reorganização curricular reforçou a importância do trabalho laboratorial. Neste documento foi defendida a valorização das atividades experimentais, uma vez que eram de carácter obrigatório, para que existisse uma interligação das dimensões teóricas e práticas. Desta forma, os professores deveriam proporcionar aos alunos atividades de índole prática.

A reforma educativa implementada em Portugal, nos anos 90, reforçou não só a importância do trabalho laboratorial, como também reconheceu a existência de diversos tipos de atividades, uns mais adequados para ensino sobre processos científicos e, outros, mais orientados para os conceitos, alertando para o facto de que todos eles têm uma função a desempenhar na Física e na Química. Esta nova reforma educativa melhorou as condições para a promoção do trabalho laboratorial no âmbito das disciplinas de Ciências, quer no ensino básico quer no secundário (Afonso & Leite, 2000), ao apresentar como evidências a criação das disciplinas de técnicas laboratoriais de Física, Química, Biologia e Geologia. Constituiu-se, também, de grande importância as iniciativas do Ministério de Educação e Ciência, concretamente, as relacionadas como o programa Ciência Viva, que permitiram melhorar as condições para a implementação das intenções programáticas relativas ao trabalho laboratorial (Leite, 2001).

Mais recentemente, em 2001, foi publicado o Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro, relativo à Reorganização Curricular do Ensino Básico, que aponta para a valorização e obrigatoriedade do trabalho laboratorial ao defender, na alínea d) do artigo 3.º, “Valorização das aprendizagens experimentais nas diferentes áreas e disciplinas, em particular, e com carácter obrigatório, no ensino das ciências, promovendo a integração das dimensões teórica e prática” (2001, p. 259)

Este Decreto-Lei determinou o aumento da duração dos tempos letivos de 50 para 90 minutos, criando condições para a realização de trabalhos laboratoriais e a sua integração com os conhecimentos conceituais. Contudo, sabe-se que, na prática, os tempos letivos não são de 90 minutos mas de 45 minutos, o que contraria a lei e constitui um entrave à realização de atividades centradas no aluno, bem como à verdadeira integração dos conhecimentos conceptuais e procedimentais associados ao trabalho laboratorial (Leite & Dourado, 2005).

Com a nova reforma curricular, analisando o Currículo Nacional do Ensino Básico (D.E.B., 2001), passou-se a recomendar um ensino das ciências centrado numa metodologia ativa e participante, onde o envolvimento dos agentes educativos fosse maior. Foi reforçado

o uso do trabalho laboratorial nas aulas de ciências, de modo a fomentar o conhecimento processual e a promover o desenvolvimento de atitudes inerentes ao trabalho em ciências.

Com base no Currículo Nacional do Ensino Básico, desenvolveram-se, no ano de 2001, as Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais do 3.º Ciclo do Ensino Básico (Galvão, et al., 2001). Foram definidas, neste documento, as competências específicas para esta disciplina, que sugerem experiências de aprendizagem que envolvam os alunos em atividades de investigação com carácter laboratorial, proporcionando-lhes o desenvolvimento de competências de conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes, promotoras da literacia científica. Fundamentadas numa perspectiva construtivista, foi valorizado um ensino centrado no aluno, que seja potenciador da utilização de processos investigativos e abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (Galvão, et al., 2001).

Muitas foram as reformas curriculares preconizadas, aos longos dos tempos, com o intuito de melhorar o ensino e a aprendizagem das ciências, adaptando o ensino às transformações sociais que o desenvolvimento da Ciência e Tecnologia vai impondo à sociedade.

Do referido, anteriormente, subentende-se a importância atribuída ao trabalho laboratorial no ensino das ciências, considerando que este deve ser parte integrante do currículo das ciências. Segundo Leite e Dourado (2005), constitui-se como um importante recurso didático que facilita a compreensão de fenómenos, desenvolve competências que são consideradas relevantes, quer em ciências, quer no dia a dia dos cidadãos, que vivem em sociedades científica e tecnologicamente avançadas. Lunetta, Hofstein e Clough (2007) referem que o trabalho laboratorial possibilita aos alunos a clarificação e compreensão dos factos, promove o desenvolvimento científico e das suas capacidades de resolução de problemas, cria situações que apelam ao desenvolvimento do pensamento crítico, promove o conhecimento conceptual e procedimental, aproxima os alunos do modo como trabalham os cientistas, motiva e aumenta o interesse pelas ciências. Defendem, também, que o trabalho laboratorial além de ser um recurso único de ensino e aprendizagem, traduz-se como um ponto único para a observação das ideias dos alunos e para aceder aos seus conhecimentos.

A importância do trabalho laboratorial é, assim, reconhecida por vários investigadores e pelos mais representativos modelos de ensino das ciências, pelo que é evidente admitir que o trabalho laboratorial possui, efetivamente, potencialidades. No entanto, não são suficientes apenas atividades “*hands-on*”. É necessário recorrer a atividades que para lá de manipular equipamento, manipulem ideias. Neste sentido, propiciar uma aprendizagem significativa implica colocar os alunos em situações problemáticas, cuja

procura de solução conduza à reestruturação do conhecimento que este já possui. O envolvimento do aluno em atividades que impliquem o planeamento, a previsão, a proposta de hipóteses explicativas, a execução, incluindo a discussão com os seus pares e professor, contribui para a construção do conhecimento (Neves, Caballero, & Moreira, 2006).

Clarificação do conceito e da terminologia: Trabalho laboratorial

A vulgarização do termo trabalho laboratorial conduziu à sua aplicação em diferentes situações de forma inadequada (Leite, 2001). Este termo surge, frequentemente, como sinónimo de trabalho prático ou trabalho experimental, importa, portanto, esclarecer e clarificar os mesmos.

Hodson (1988) tentou clarificar os significados dos termos “trabalho prático”, “trabalho laboratorial” e “trabalho experimental”. Com base em Hodson (1988), resumem-se as principais definições e características de cada uma destas designações: (i) Trabalho prático é o tipo mais geral e que inclui todas as atividades em que o aluno está diretamente envolvido. Se interpretarmos este envolvimento como podendo ser de tipo psicomotor, cognitivo ou afetivo, o trabalho prático pode incluir atividades laboratoriais, de campo, de resolução de problemas, de papel e lápis, informáticas, pesquisa de informação na Internet, realização de entrevistas a membros da comunidade entre outras; (ii) Trabalho laboratorial inclui as atividades que envolvem a utilização de materiais de laboratório mais ou menos convencionais. Podem ser realizadas num laboratório, numa sala de aula depois de reunidas as condições de segurança ou até como atividades de campo que têm lugar ao ar livre; (iii) Trabalho experimental inclui as atividades que envolvem o controlo e manipulação de variáveis. As atividades podem ser do tipo laboratorial, de campo ou práticas.

Desta forma, o trabalho prático possui uma dimensão mais ampla, não necessitando de incluir sempre atividades laboratoriais. No trabalho de laboratório os alunos interatuam com os materiais e equipamentos de laboratório, para observarem fenómenos, aprenderem técnicas laboratoriais, testarem hipóteses e resolverem problemas, podendo as atividades apresentarem diferentes níveis de estruturação e ser implementas ou não no laboratório (Leite, 2001).

O esquema da figura 2.1, proposto por Hodson e adaptado por Leite (2001), apresenta as relações referidas anteriormente relacionando os três tipos de trabalho; “Trabalho prático”, “Trabalho laboratorial” e “Trabalho experimental”.

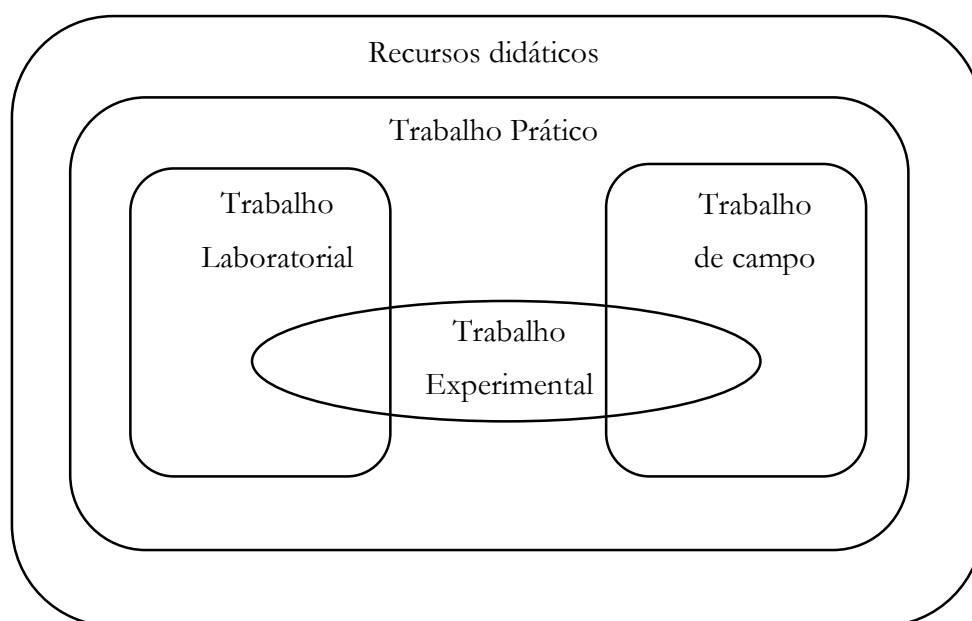


Figura 2.1 - Relação entre trabalho prático, laboratorial, experimental de campo
(Leite, 2001, p. 79)

De ressaltar que, segundo Dourado (2001), o importante é que o desenvolvimento de atividades implique o envolvimento ativo dos alunos e, portanto, a realização de trabalho prático, que não se esgota na realização de trabalho laboratorial ou de campo, sendo também consideradas como trabalho prático, a utilização do computador, a produção de vídeos, a realização de entrevistas, a realização de discussões, a elaboração de cartazes, o debates acerca de uma demonstração efetuada pelo professor, a pesquisa de informação em diferentes fontes, o desenho de uma estratégia de resolução de problemas, as atividades de resolução de problemas de papel e lápis, de pesquisa de informação na biblioteca ou na Internet, de simulações informáticas, entre outras (Leite, 2001).

Tipos de trabalho laboratorial

Usar o trabalho laboratorial não é necessariamente melhor do que não o usar, dado que a sua utilidade e eficácia dependem do modo de como é aplicado (Leite, 2001). Contudo, na sua aplicação, é necessária uma clarificação sobre o tipo de atividade laboratorial utilizado, mediante o objetivo que se pretende atingir. Uma utilização adequada do trabalho laboratorial exige que se estabeleçam os objetivos a atingir e se esses mesmos são adequados ao tipo de trabalho que se pretende realizar.

Segundo Silva e Leite (1997), é necessário considerar dois grupos de objetivos, um que vise a aprendizagem de conhecimento processual e outro que tenha enfoque na aprendizagem de conhecimento conceptual.

Quando o foco de aprendizagem é a aquisição de conhecimento procedimental, pretende-se que o aluno desenvolva capacidades práticas de observação e manipulação, bem como o domínio de técnicas laboratoriais. Se o foco de aprendizagem é de aquisição de conhecimento conceptual, poder-se-á promover o reforço de conceitos e princípios já explorados ou a construção de novo conhecimento conceptual, neste caso pode ou não considera-se explicitamente, como ponto de partida, o conhecimento prévio do aluno (Silva & Leite, 1997). Importa ressaltar que, objetivos relacionados com aspetos afetivos, nomeadamente, a motivação, curiosidade, rigor, empenho e perseverança, não são tidos em conta para esta tipologia, pois, segundo Leite (2001), devem estar implícitos em qualquer tipo de trabalho laboratorial.

Neste contexto, diversos autores (Caamaño 2004; Leite 2001; Silva & Leite, 1997; Wellington, 2000) consideram diferentes tipos de trabalho laboratorial, os quais surgem em conformidade com os objetivos que se pretendem alcançar.

Wellington (2000) apresenta quatro possibilidades de organizar e realizar tarefas de carácter laboratorial em sala de aula, são elas: (i) demonstrações, que são utilizadas para ilustrar uma dada situação ou fenómeno, especialmente quando a ocorrência a demonstrar é muito cara, ou perigosa, para serem os alunos a realizar, ou ainda se despende muito tempo caso fosse realizada por toda a turma; (ii) experiências realizadas por grupos de alunos, que lhes permitem desenvolver competências a nível processual, como aprendizagem de técnicas e aprendizagem de análise de dados, etc.; (iii) estações laboratoriais, nas quais cada grupo de alunos realiza uma experiência diferente e depois as experiências circulam de grupo para grupo; (iv) investigações, que privilegiam o questionamento, a comunicação e usam processos da investigação científica, como metodologia de ensino, promovendo uma compreensão abrangente dos conceitos e desenvolvem competências de resolução de problemas.

Também Leite (2001), tendo por base a classificação de Silva e Leite (1997), sintetizou e definiu uma tipologia de trabalho laboratorial, apresentada no quadro 2.1.

Quadro 2.1

Tipologia de trabalho laboratorial (Leite, 2001, p. 88)

Objetivos / Finalidades		Tipos de tarefas	
Promover a aprendizagem do conhecimento procedimental (utilização de equipamentos, manipulação de materiais, aquisição de técnicas)		Exercícios	
Promover a aprendizagem de conhecimento conceptual	Reforçar o conhecimento conceptual	Tarefas para a aquisição de sensibilidade acerca de fenómenos	
		Tarefas ilustrativas	
	Construir o conhecimento conceptual	Tarefas orientadas para a determinação do que acontece	
		Investigações	
	(Re)construir o conhecimento conceptual	Tarefas do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete	Procedimento apresentado Procedimento por definir
Aprender metodologia científica (implica o desenvolvimento de competências de resolução de problemas)		Investigações	

Ao analisar o quadro 2.1 verifica-se que Leite (2001) considera seis tipos de tarefas laboratoriais, que permitem todas elas atingir diferentes objetivos e desenvolver várias competências relacionadas com capacidades técnicas laboratoriais, conhecimento conceptual e metodologia científica. Deste modo, quando o objetivo primordial é a aprendizagem do conhecimento procedimental deve recorrer-se a tarefas do tipo exercício, sendo necessária a descrição do procedimento. No que se refere à aprendizagem do conhecimento conceptual, diversas situações podem ocorrer:

- ✓ Quando o objetivo é o reforço do conhecimento conceptual, pode recorrer-se a tarefas laboratoriais do tipo tarefas ilustrativas ou tarefas para aquisição de sensibilidade acerca de fenómenos. A teoria terá sido apresentada previamente e a atividade é utilizada para confirmar a teoria;
- ✓ Quando o propósito é a construção do conhecimento conceptual, as tarefas laboratoriais podem ser usadas como ponto de partida para o conhecimento que irá surgir posteriormente, pelo que deverão ser utilizadas tarefas cujo objetivo é a resolução de problemas. Isto é, neste tipo de tarefas laboratoriais, apenas se fornece a situação problema aos alunos que terão de definir todas as etapas necessárias à

implementação da atividade laboratorial que lhes possibilitem obter resposta ao desafio colocado e, após colocá-la em prática, será necessário, caso se justifique, avaliá-la e reformulá-la. Este tipo de tarefa conduz, assim, à construção de novos conhecimentos conceptuais à custa da resolução de problemas, permitindo conduzir, ainda, ao desenvolvimento de competências mais ambiciosas como a compreensão sobre os fenómenos da ciência e sobre a sua natureza. Pode também recorrer-se a tarefas muito pormenorizadas num protocolo que guie o aluno à procura de resultados previamente desconhecidos: tarefas orientadas para a determinação do que acontece. Permitem a construção do conhecimento científico pelo próprio aluno a partir da análise de dados resultantes da sua execução;

- ✓ Quando a finalidade é a (re)construção do conhecimento conceptual, a tarefa laboratorial deve promover a reconstrução das ideias prévias que os alunos possuem sobre um determinado assunto e que necessitam de testar, pelo que se poderá recorrer a tarefas do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete (POER). Neste tipo de tarefas, o procedimento laboratorial pode ou não ser fornecido ao aluno. No caso do POER com apresentação de procedimento, existe um protocolo cuja implementação permite obter os dados necessários. No caso do POER sem procedimento apresentado aos alunos, estes terão de encontrar uma estratégia para pôr à prova as suas ideias. Neste tipo de tarefa é pedido ao aluno uma previsão, face à situação problema apresentada, e a reflexão entre as conclusões encontradas e a previsão inicialmente feita. Enquanto nas tarefas do tipo POER com procedimento apresentado, se centram fundamentalmente em aspetos conceptuais, no caso das tarefas laboratoriais do POER sem procedimento apresentado aos alunos, uma vez que estes têm, obrigatoriamente, de encontrar uma estratégia para resolver a situação-problema, centra-se ainda em aspetos metodológicos ou procedimentais.

Caamaño (2004), por sua vez, numa tentativa de dar conta da pluralidade das tarefas laboratoriais presentes nas aulas de Ciências, propõe uma classificação que se baseia em quatro tipos de tarefas laboratoriais: experiências, experiências ilustrativas, exercícios práticos e investigações.

Segundo este autor, as experiências são tarefas destinadas a promover a vivência dos fenómenos. Os objetivos principais destas tarefas são a aquisição de uma primeira experiência sobre fenómenos do mundo das Ciências e a obtenção de uma base de conhecimentos, que podem ser úteis em tarefas de resolução de problemas. As experiências ilustrativas têm como finalidade melhorar a compreensão de um dado fenómeno, princípio

ou conceito, através da observação e interpretação dos fenómenos em estudo. Os exercícios práticos são definidos pelo mesmo autor como tarefas que têm como finalidade a aprendizagem de métodos e técnicas laboratoriais (designando-se neste caso de exercícios práticos para aprender destrezas) ou a ilustração da teoria previamente conhecida (designando-se neste caso de exercícios práticos para ilustrar a teoria). Por último, as investigações são consideradas, por este investigador, tarefas que visam, por parte dos alunos, a construção do conhecimento conceptual, a compreensão dos processos da ciência e ainda aprender a levar a cabo investigações.

A investigação constitui o tipo de trabalho laboratorial mais valorizado pelos autores anteriormente referidos. Assim, tendo em conta a diversidade que existe de trabalho laboratorial, como foi referido, o que apresenta mais ênfase na educação em ciências é o trabalho laboratorial de cariz investigativo. A aprendizagem através deste tipo de trabalho laboratorial é entendida como um processo ativo na construção de novas aprendizagens e desenvolvimento competências promotoras da literacia científica. O trabalho laboratorial só pode ser considerado trabalho laboratorial de cariz investigativo caso o professor apresente aos alunos problemas que estes tenham de resolver utilizando material de laboratório. Para Leite (2001) só poderão ser consideradas trabalho laboratorial de cariz investigativo tarefas que confrontem o aluno com situações problemáticas em que este tenha de levantar hipóteses, planificar uma estratégia para a resolução do problema, analisar os dados recolhidos e concluir acerca do problema proposto.

O trabalho laboratorial de cariz investigativo é considerado pelo NRC (2000) como uma experiência que se desenvolve em laboratório, possibilitando oportunidade aos alunos de desenvolverem um maior conhecimento sobre o conteúdo da ciência. Este tipo de trabalho laboratorial deve ser proporcionado a todos os alunos e todos devem ter igual oportunidade de participar em investigações de natureza laboratorial (NSTA, 2004). O trabalho laboratorial de cariz investigativo é uma das estratégias propostas pelas Orientações Curriculares (Galvão, et al., 2001), que referem “a atividade experimental deve ser planeada com os alunos, decorrendo de problemas que se pretende investigar e não constituem a simples aplicação de um receituário (...) deve haver lugar a formulação de hipóteses e previsão de resultados, observação e explicação” (p. 131-132).

Não existindo um modo único de planear uma tarefa laboratorial de cariz investigativo, neste estudo segue-se o modelo recomendando pelo NRC, modelo dos 5's proposto por Bybee et al. (2006), que propõe um ciclo de aprendizagem em cinco fases: *engagement* (envolvimento) *exploration* (exploração), *explanation* (explicação), *elaboration*

(ampliação) e *evaluation* (avaliação). O uso de tarefas laboratoriais de cariz investigativo conduz à participação ativa do aluno, sendo que o envolvimento cognitivo do aluno na tarefa laboratorial de investigação está relacionado com o grau de abertura da mesma, assim quanto mais decisões tiverem de ser tomadas pelos alunos, desde o início da tarefa maior será o grau de abertura desta e mais o aluno terá de se envolver cognitivamente

Wellington (2000) apresenta uma proposta como orientação para o grau de abertura das tarefas laboratoriais de investigação, como se pode observar na figura 2.2, adaptada de Wellington (2000), esta esquematiza as diferentes dimensões relativas ao grau de abertura e de orientação que as tarefas laboratoriais de investigação podem tomar. Os eixos representados não são independentes e cada eixo tem dois pontos. A tarefa pode encontrar-se em qualquer ponto desse eixo. Um dos eixos está relacionado com a orientação da tarefa, num dos extremos os alunos colocam as questões e orientam as suas investigações, no extremo oposto é o professor que coloca as questões.

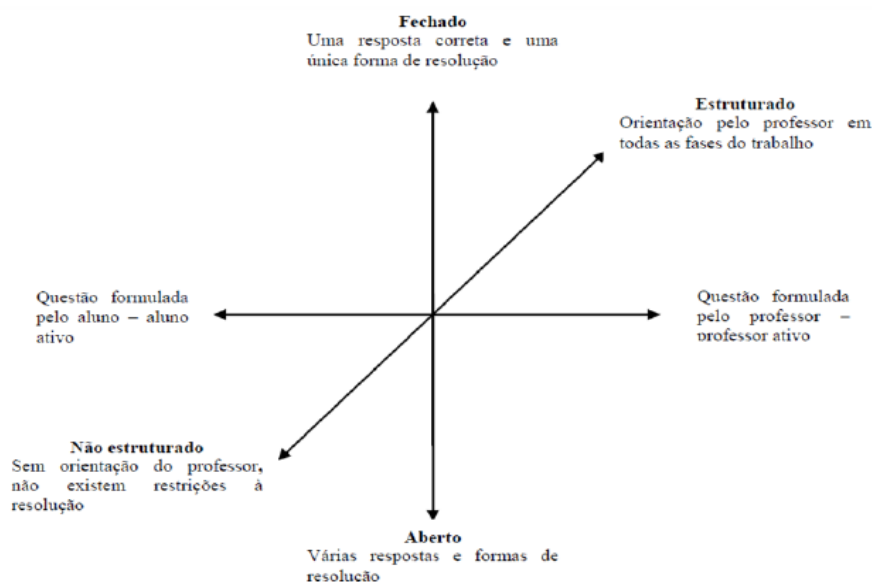


Figura 2.2 - Dimensões das tarefas laboratoriais de investigação. (adaptado de Wellington, 2000, p.141)

Em relação à abertura da tarefa, a questão problema pode ter uma única solução e uma única forma de resolução ou no limite oposto a questão problema pode apresentar várias formas de resolução e respostas. Por último, no que diz respeito ao grau de estruturação, num dos extremos encontramos a tarefa não estruturada, ou seja, não existe orientação do professor e nem restrições à resolução e no extremo oposto a tarefa é estruturada com a orientação do professor em todas as fases do trabalho.

Do exposto se verifica que existem diferentes tipos de tarefas laboratoriais que se podem utilizar consoante o objetivo e o tipo de competências a desenvolver, cabe mais uma vez a professor decidir como as deve conjugar, para que desenvolva nos seus alunos a promoção da literacia científica considerada essencial para uma vivência plena da cidadania.

Considerando o que foi referido anteriormente, o enquadramento de estudo desta investigação insere-se no campo do trabalho laboratorial do tipo investigativo (podendo ser do tipo experimental ou não), visando contribuir para a promoção do ensino e aprendizagem das ciências.

Concepções alternativas dos alunos

Hoje em dia sabemos que as crianças trazem consigo ideias prévias com as quais interpretam o mundo, que se podem revelar altamente resistentes à mudança e que influenciam fortemente as novas aprendizagens. Estas ideias, genericamente designadas por concepções alternativas, são construídas pelos próprios alunos através de experiências diárias do foro informal – sensorial, linguístico, ou cultural – ou formal, e divergem erroneamente dos conceitos aceites pela comunidade científica (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985; Gravina & Buchweitz, 1994; Menino & Correia, 2001).

Driver, Guesne e Tiberghien (1985) defendem que o desenvolvimento de ideias sobre os fenómenos naturais ocorre muito antes de estes serem abordados em contexto formal. Algumas dessas concepções alternativas acabam por se alinhar com as explicações proporcionadas durante a formação académica, enquanto outras são significativamente diferentes da ciência aprendida na escola. Assim, as concepções alternativas são originadas, por um lado, a partir de um conjunto diversificado de experiências pessoais, incluindo a perceção e a observação direta, cultura e língua, e, por outro, nas explicações dos professores – que apresentam muitas vezes as suas próprias concepções alternativas. Muitas das fontes de concepções alternativas são, na melhor das hipóteses, especulativas, mas variadas pesquisas sugerem que a visão do mundo do aluno é fortemente influenciada pelo seu ambiente social. Resultam, muitas vezes, da interpretação de novas experiências à luz de experiências anteriores, sendo novos conceitos enxertados em noções prévias. Os conhecimentos anteriores do aluno interagem ativamente com os conhecimentos estudados formalmente na escola criando um leque de resultados de aprendizagem não intencionais (Duit, 1993; Duit & Treagust, 2003).

Para que ocorra a mudança conceptual por parte do aluno, é fundamental que a nova concepção seja inteligível e que faça sentido, conduzindo o estudante a fazer uma

representação coerente dessa concepção e não a tentar uma memorização mecânica, ou seja, o estudante tem de acreditar que ela é verdadeira e que tenha a capacidade de resolver os problemas que as concepções existentes foram incapazes de resolver. Por norma é encontrada alguma forma de relaciona-la com o conhecimento existente na sua estrutura cognitiva. Portanto, para existir incorporação de uma nova concepção na estrutura cognitiva do estudante, esta deve apresentar vantagens em relação às existentes, ser inteligível, clara, evidenciar plausibilidade, facilitar uma melhor compreensão, e mostrar a sua utilidade na explicação e solução de questões e novos problemas ou não resolvidos pelas concepções existentes na estrutura cognitiva do aluno (Duit, 1993; Duit & Treagust, 2003; Gravina & Buchweitz, 1994).

Para o professor é de extrema importância saber identificar e diagnosticar as concepções alternativas, tomando em conta a sua origem, uma vez que, como referem Clement, Brown e Zeitsmann (1989) (citados por Leite, 1993), nem todas as ideias trazidas pelos alunos são concepções alternativas. Uma resposta menos correta por parte de um aluno, pode aduzir a um sem número de possibilidades quanto à origem da mesma. Pode inclusive, evidenciar que o aluno não chegou a desencadear o raciocínio correspondente aos dados que lhe são apresentados. Desta forma, é importante diagnosticar e aferir as concepções alternativas que os alunos já possuem, antes de abordar novos assuntos, de forma a que possam ser tomadas mediadas facilitadoras da aceitação dos conteúdos científicos.

A diagnosticção de concepções alternativas é um processo de auto-regulação, quer para o ensino, quer para o aluno, que implica o desenvolvimento de estratégias específicas que ajudam o professor a identificar concepções alternativas. A identificação de concepções alternativas, conduz os alunos a refletir sobre a sua aprendizagem, de forma a que se tornem conscientes das suas próprias crenças e estratégias de validação de conhecimentos (Duit, 1993; Leite, 1993). Existem várias formas de obter informações sobre o conhecimento prévio dos alunos que foram desenvolvidas por vários investigadores da educação em ciência, que apesar da sua diversidade se relacionam com a disponibilidade dos alunos para falar ou escrever sobre ciência. As metodologias mais utilizadas passam por entrevistas individuais, perguntas abertas ou fechadas e questionários de escolha múltipla sobre temas específicos (Duit, 1993). Não existe um método único para a aferição destas concepções, sendo que cada método utilizado é adaptado ao público alvo da investigação em causa. Contudo, o uso de um único método, não é por norma, suficiente para a determinação de um diagnóstico fidedigno (Duit, 1993; Leite, 1993). O conhecimento das concepções alternativas dos

estudantes pode servir de base para preparar material educativo potencialmente significativo para a ocorrência aprendizagem dos conceitos científicos (Gravina & Buchweitz, 1994).

Muitas são as razões apontadas para realizar pesquisa educacional relacionada com conceitos ou concepções científicas ou concepções alternativas, mas certamente a mais importante é a de que conceitos e as suas relações exercem um papel essencial em Física. Ao longo do tempo, vários investigadores reuniram concepções que os alunos tendem a possuir e que por vezes persistem. Dada a importância do conhecimento das concepções alternativas dos alunos, considerou-se importante fazer uma revisão da literatura acerca das concepções dos alunos sobre o tema deste trabalho, que se apresenta em seguida.

Concepções alternativas dos alunos sobre eletricidade

A eletricidade é um assunto em que os alunos apresentam muitas dificuldades ao nível da compreensão de conceitos, por existirem muitas concepções alternativas resistentes à mudança. No estudo dos fenómenos elétricos, os alunos apresentam grandes dificuldades em diferenciar conceitos básicos como corrente, diferença de potencial e energia. Como consequência desta dificuldade, e ainda que muita desta terminologia básica seja adquirida mesmo antes de ser formalmente instruída, assiste-se à utilização de termos como energia, corrente, potência, eletricidade, carga e diferença de potencial como sinónimos. Outra consequência observada é que os alunos formam uma variedade de modelos conceptuais através dos quais “entendem” o fenómeno com que são confrontados. Numa tentativa de ajudar os alunos a ultrapassarem estas dificuldades e de uma mudança conceptual sobre os fenómenos elétricos é utilizado hoje em dia um ensino essencialmente baseado em atividades laboratoriais (Shipstone, 1985).

A introdução do estudo da eletricidade, por norma implica uma pilha, fios e uma lâmpada, sendo pedido aos alunos que acendam a lâmpada. Muitos investigadores relatam que a ideia subjacente que os alunos têm no início da instrução formal e que muitos retêm é que existe uma fonte, tal como a bateria, e um consumidor, como uma lâmpada, ou seja, um modelo fonte-consumidor, em que a pilha fornece algo à lâmpada (Driver, 1994; Shipstone, 1985). Algumas das tentativas de fazer a lâmpada acender identificadas por Shipstone (1985), estão representadas na figura 3.3.

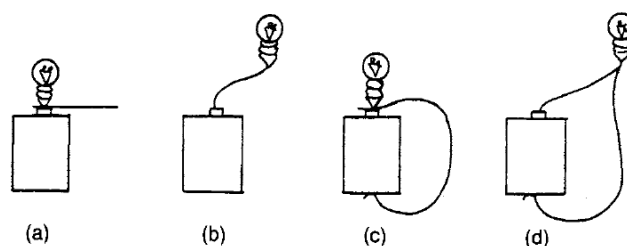


Figura 2.3 – Exemplos de circuitos indicativos do modelo fonte-consumidor
(Shipstone, 1985, p. 35)

Para explicar como o que está a ser “gasto” sai da fonte para o consumidor, os alunos criam uma variedade de modelos detalhados. Em seguida, apresentam-se na figura 3.4, os modelos identificados:

Modelo Unipolar (Figura 3.4 (a)) – Alguns alunos pensam que um fio será suficiente para acender a lâmpada, não existe fio de retorno. Outros consideram a existência de um segundo fio, mas como fio de segurança (Driver, 1994; Gravina & Buchweitz, 1994; Shipstone, 1985).

Modelo de correntes elétricas em choque (Figura 3.4 (b)) – A corrente flui para a lâmpada de ambos os terminais da bateria e o do choque entre as duas correntes resulta a luz (Driver, 1994; Gravina & Buchweitz, 1994; Shipstone, 1985).

Modelo de atenuação (Figura 3.4 (c)) – A corrente flui ao redor do circuito apenas numa direção. Deixa a bateria por um terminal e alguma corrente é “gasta” com a lâmpada de modo a que menos corrente retorna à bateria. Quando a corrente passa através de um numero de componentes em série cada um sucessivamente receberá menos corrente (Shipstone, 1985).

Modelo de partilha (Figura 3.4 (d)) – No caso de um circuito em série constituído por um número de componentes idênticos a corrente será igualmente partilha por todos, assim prevê-se que as lâmpadas, idênticas, emitam todas o mesmo brilho, no entanto a corrente não é conservada.

Modelo científico (Figura 3.4 (e)) – modelo científico aceite, na medida em que se considera que a corrente flui numa única direção e se conserva (Driver, 1994; Gravina & Buchweitz, 1994; Shipstone, 1985).

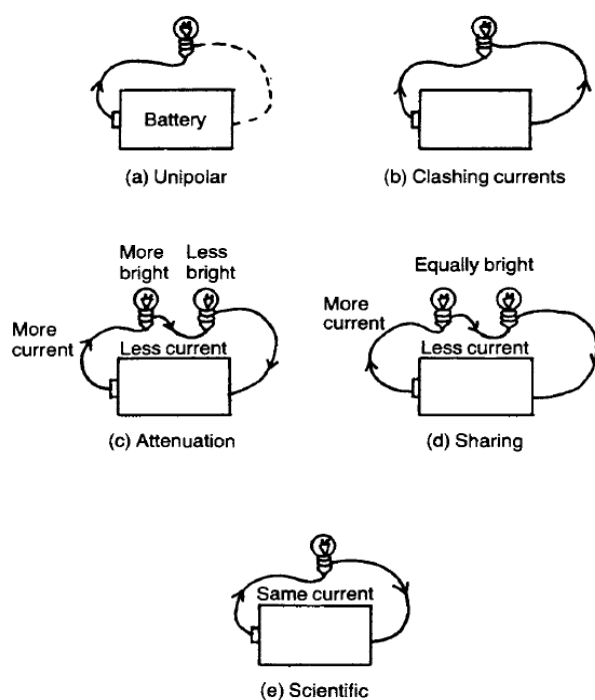


Figura 2.4. – Modelos do fluxo de corrente elétrica em circuitos simples (Shipstone, 1985, p. 36)

É fundamental que os alunos sofram uma mudança conceitual do senso comum para o modelo científico, de forma a entenderem os valores lidos em amperímetros e volímetros, bem como os conceitos de diferença de potencial, resistência e interpretar circuitos em série e em paralelo. Osborne e Freyberg (citados por Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994) acreditam que o uso de dois amperímetros e a analogia entre circuito elétrico e sistema circulatório mostram-se efetivos para que ocorra esta mudança conceitual.

Também ao nível de conceitos como pilha ou fontes de tensão, corrente elétrica, diferença de potencial ou tensão elétrica e circuitos são identificadas várias concepções alternativas. Os alunos consideram a pilha como um objeto unipolar que “cede” eletricidade ao circuito. Consideram-na como um reservatório de energia ou eletricidade, que fornece constantemente energia ao circuito. Os alunos não consideram a pilha como um gerador de tensão elétrica constante no circuito (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994). Relativamente à corrente elétrica e diferença de potencial, os alunos concebem a corrente elétrica como sinónimo de eletricidade e energia elétrica e a diferença de potencial como a “força” da corrente elétrica. A diferença de potencial é considerada como uma propriedade da corrente elétrica, em vez de considerarem que a diferença de potencial é a condição essencial para que a corrente flua no circuito. Desta forma, os alunos acreditam que se a corrente aumenta também a diferença de potencial aumenta e são relutantes em aceitar de

que se não existir corrente elétrica continue a existir diferença de potencial entre dois pontos. Para que ocorra uma mudança conceptual sugere-se que a introdução da diferença de potencial como uma propriedade da pilha, efetuando medições de diferença de potencial e corrente elétrica, ao mesmo tempo que se estabelece a independência destes dois conceitos (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994).

A visão que os alunos têm de circuito é a do modelo sequencial, ou seja, a informação sobre os elementos do circuito só é “sentida” pela corrente elétrica quando a mesma chega a estes elementos, podendo modificar-se ou não (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994, Gravina & Buchweitz, 1994). Este modelo não permite que os alunos pensem que a mudança de um dos elementos do circuito afetará todo o circuito. Desta forma, é importante que a introdução dos circuitos em série e em paralelo seja primeiro feita em separado e só posteriormente em conjunto, para que os alunos cimentem a ideia de que a mudança de um dos elementos do circuito afetará todo o circuito. Muitos investigadores defendem o uso de analogias, como a analogia do circuito ao sistema circulatório, a de trabalhadores a empurrarem vagões num carril ou o funcionamento da corrente de uma bicicleta, para clarificar que todos os elementos do circuito se influenciam uns aos outros, ajudando os alunos a terem uma visão hólística acerca dos circuitos (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994).

CAPÍTULO III

PROPOSTA DIDÁTICA

Neste capítulo, apresenta-se a proposta didática desenvolvida para os tópicos Corrente elétrica e Circuitos elétricos do 9.º ano do ensino básico (Fiolhais, et al., 2013). O capítulo encontra-se dividido em duas secções. Na primeira secção apresenta-se a fundamentação científica sobre os tópicos. Na segunda secção, a fundamentação didática que consta do enquadramento curricular, da organização da proposta didática, da descrição das tarefas e do tipo de avaliação privilegiado neste trabalho.

Fundamentação Científica

Enquanto que há apenas um século atrás tínhamos nada mais do que apenas poucas lâmpadas elétricas, hoje em dia somos extramente dependentes, no nosso dia-a-dia, da eletricidade. Contudo, apesar da proliferação do uso de eletricidade ter ocorrido apenas recentemente, os estudos sobre eletricidade têm uma história muito mais antiga. Observações sobre a atração elétrica surgiram na época dos antigos gregos, que perceberam que, depois de o âmbar ser friccionado, este atraía pequenos objetos, tais como fragmentos de palha e penas. De facto a origem da palavra elétrico, é a palavra grega para âmbar, *elktron*. Atualmente, o estudo e uso da eletricidade continua em desenvolvimento. Engenheiros e cientistas aperfeiçoam as tecnologias existentes envolvendo a eletricidade, melhorando o desempenho e eficiência em diversos dispositivos (Tipler & Mosca, 1994).

Carga elétrica

A carga elétrica é uma propriedade intrínseca das partículas fundamentais de que é feita a matéria; em outras palavras, é uma propriedade associada à própria existência dessas partículas. A grande quantidade de carga que existe em qualquer objeto, geralmente não pode ser observada, porque o objeto contém quantidades iguais dos dois tipos de carga: carga positiva e carga negativa. Quando existe essa igualdade de cargas, diz-se que o objeto é eletricamente neutro, por outro lado, quando existe desigualdade numérica entre os dois tipos de carga num objeto, ou seja, a carga total é diferente de zero, diz-se que o objeto está eletricamente carregado. Os objetos eletricamente carregados interagem entre si exercendo forças uns sobre os outros (Resnick, Halliday & Walker, 2009).

Suponha-se que se fricciona na pele uma haste de borracha dura que em seguida é suspensa numa corda, como se observa na figura 3.1. Quando um bastão de vidro, que anteriormente tenha sido friccionado num pano de seda, é colocado perto da haste de borracha, verifica-se que ambos se atraem (figura 3.1 (a)). Por outro lado, se duas hastes de borracha são colocadas uma perto da outra, as duas repelem-se mutuamente, como se observa na figura 3.1 (b). Estas observações, mostram que a borracha e o vidro têm dois tipos de cargas diferentes. Assim, conclui-se que cargas com o mesmo sinal se repelem e cargas com sinais opostos se atraem (Serway & Jewett, 2014).

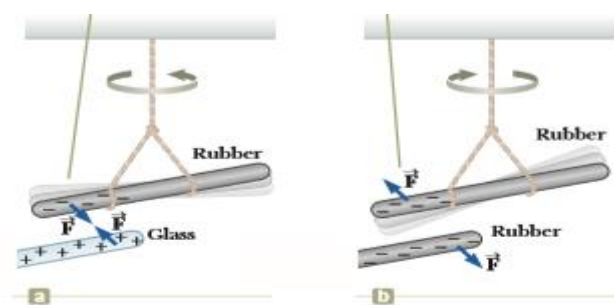


Figura 3.1 – Forças elétricas entre: (a) objetos com cargas elétricas opostas e (b) objetos com cargas elétricas iguais (Serway & Jewett, 2014, p. 691).

Benjamin Franklin (1706 – 1790) propôs um modelo para explicar as observações anteriores, de acordo com o qual um objeto que seja eletricamente neutro, pode transferir para outro “eletricidade”, quando como são friccionados dois objetos entre si. Um dos objetos ficaria com deficiência de cargas e o outro com excesso de cargas igual à deficiência de cargas. Benjamin Franklin descreveu a carga resultante como positiva ou negativa. Escolheu como carga positiva a carga adquirida pela vareta de vidro quando friccionada no pano de seda. A seda, ganharia então, uma carga negativa de igual intensidade. Através da convenção proposta por Benjamin Franklin, podemos dizer que a haste de borracha depois de friccionada na pele adquire uma carga negativa. Hoje em dia sabe-se, que quando o vidro é friccionado num pano de seda, são transferidos eletrões do vidro para a seda, ficando a seda carregada negativamente, assim, segundo esta convenção, diz-se que os eletrões têm carga negativa (Tipler & Mosca, 1994).

Quantização da carga

Em 1909, Robert Millikan (1868-1953) descobriu que a carga elétrica ocorre sempre em múltiplos integrantes de uma quantidade de carga fundamental. Ou seja, todas as cargas positivas ou negativas q que podem ser detetadas, podem ser escritas na seguinte forma:

$$q = \pm Ne$$

onde N é um número inteiro e e a carga fundamental, que tem um valor aproximado de

$$e = 1,602 \times 10^{-19} \text{C}$$

A carga fundamental e é uma das mais importantes na natureza. Tanto o eletrão como o próton, possuem uma carga cujo valor absoluto é e . (quadro 1)

Quadro 3.1

Carga das três partículas elementares (Resnick, Halliday & Walker, 2009, p. 12)

Partícula	Símbolo	Carga
Eletrão	e ou e^-	$-e$
Próton	p	$+e$
Neutrão	n	0

Quando uma grandeza física apenas pode assumir certos valores, diz-se que é quantizada, a carga elétrica é uma dessas grandezas (Resnick, Halliday & Walker, 2009; Serway & Jewett, 2014; Tipler & Mosca 1994).

Conservação de carga

Outro aspeto importante que surge das observações experimentais é que a carga elétrica é sempre conservada, ou seja, quando objetos são friccionados entre si, um objeto fica com excesso de eletrões, e, portanto, carregado negativamente, e o outro objeto fica com défice de eletrões, logo carregado positivamente. Por exemplo, quando uma vareta de vidro é friccionada num pano de seda, como mostra a figura 3.2, o pano de seda recebe carga elétrica de igual intensidade à carga positiva que fica na vareta de vidro. A carga total entre os dois objetos permanece constante, nenhuma carga se cria ou destrói durante este processo, isto é a carga conserva-se. A lei da conservação da carga elétrica é uma das leis fundamentais da natureza (Resnick, Halliday & Walker, 2009; Serway & Jewett, 2014; Tipler & Mosca 1994).

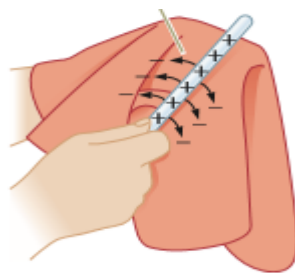


Figura 3.2 – Transferência de elétrons da vareta de vidro para o pano de seda (Serway & Jewett, 2014, p. 691)

Condutores e isolantes elétricos

Podemos classificar os materiais de acordo com a facilidade segundo a qual as cargas elétricas se movem no seu interior. Os condutores, são materiais nos quais as cargas elétricas se movem com facilidade, como os metais, grafite, o corpo humano ou água da torneira. Os não condutores, também conhecidos como isolantes, são materiais cujo as cargas elétricas não se podem mover livremente, como a borracha, o vidro, plástico e água destilada (Resnick, Halliday & Walker, 2009; Serway & Jewett, 2014; Tipler & Mosca, 1994).

Os materiais classificam-se em condutores e isolantes devido a propriedades inerentes à sua estrutura e à natureza elétrica dos átomos. Os átomos são formados por três tipos de partículas: os prótons, que possuem carga elétrica positiva; os elétrons, com carga elétrica negativa e; os neutrões que não possuem carga elétrica. Os prótons e os neutrões encontram-se na região central do átomo denominada núcleo. Assim, um átomo eletricamente neutro tem o mesmo número de elétrons e prótons. Quando, por exemplo, os átomos de um material condutor, como o cobre, se unem para formar um sólido, alguns dos elétrons mais afastados do núcleo tornam-se livres para circular pelos espaços interatômicos, deixando para trás átomos positivamente carregados (íons positivos). Estes elétrons livres, são denominados elétrons de condução ou elétrons condutores e são os responsáveis pela condução de eletricidade. Os materiais isolantes possuem um número muito pequeno, ou mesmo nulo, de elétrons de condução (Resnick, Halliday & Walker, 2009; Tipler & Mosca, 1994).

Lei de Coulomb

Charles Coulomb (1736 – 1806) estudou a força exercida por uma carga em outra utilizando uma balança de torção que ele próprio inventou (figura 3.3). O princípio de funcionamento da balança de torção era análogo ao princípio de funcionamento do aparelho construído por Cavendish, para medir a densidade da Terra. Nos seus estudos, Coulomb, utilizou esferas carregadas de dimensões muito menores que a distância que as separava, e, portanto, podiam ser tratadas como cargas puntiformes (Serway & Jewett, 2014).

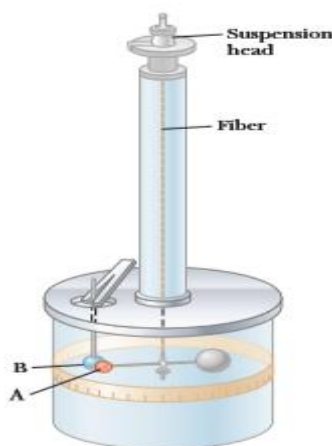


Figura 3.3 – Balança de Coulomb, usada para estabelecer a lei de Coulomb (Serway & Jewett, 2014, p. 694)

Considerem-se duas cargas elétricas puntiformes q_1 e q_2 separadas pela distância r (figura 3.4). Entre elas, ocorre repulsão (figura 3.4 (a)), se tiverem sinais iguais, ou atração (figura 3.4 (b)), se tiverem sinais diferentes, exercendo forças com a mesma intensidade, a mesma direção e sentidos opostos, de acordo com a lei do par ação – reação.

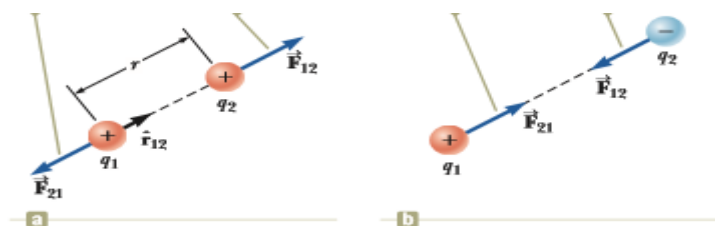


Figura 3.4 – Duas cargas elétricas puntiformes separadas por uma distância r , exercendo força uma sobre a outra, dada pela lei de Coulomb. A força \vec{F}_{21} exercida por q_2 em q_1 tem igual intensidade e sentido, mas direção oposta à força \vec{F}_{12} exercida por q_1 em q_2 (Serway e Jewett, 2014, p. 696).

A intensidade da força de ação mútua entre as cargas depende da distância r entre as cargas e dos valores das cargas q_1 e q_2 . A influência desses fatores foi determinada

experimentalmente por Coulomb, que estabeleceu o seguinte enunciado, conhecido por lei de Coulomb:

A força entre duas cargas puntiformes é exercida ao longo da linha entre as cargas. Ela varia com o inverso do quadrado da distância que separa as cargas e é proporcional ao produto das cargas. A força é repulsiva se as cargas tiverem o mesmo sinal e atrativa se tiverem sinais opostos (Tipler & Mosca, 1994, p. 6)

A intensidade da força elétrica exercida por uma carga puntiforme q_1 sobre outra carga puntiforme q_2 , que se encontram a uma distância r é, portanto, dada por:

$$F_e = k_0 \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \quad \text{Equação 3.1}$$

onde k_0 é a constante de Coulomb, q_1 e q_2 o valor das cargas e r a distância que as separa.

A constante de Coulomb k_0 , pode ser escrita através da seguinte expressão:

$$k_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \dots \quad \text{Equação 3.2}$$

onde ϵ_0 é a constante de permissividade do vácuo, e assume o valor de $8,8542 \times 10^{-12} \text{C}^2/\text{N.m}^2$.

A lei de Coulomb, resistiu a vários testes experimentais, pelo que até hoje não foi encontrada nenhuma exceção. A lei é válida até mesmo no interior dos átomos, onde descreve corretamente a força de atração entre o núcleo positivo e os elétrons negativos. A lei de Coulomb, explica ainda as forças que se estabelecem entre os átomos para formar moléculas e entre átomos e moléculas para formar sólidos e líquidos (Resnick, Halliday & Walker, 2009; Tipler & Mosca, 1994).

Campo elétrico

A força elétrica exercida por uma carga sobre outra é um exemplo de uma força similar à força gravitacional exercida por uma massa sobre outra. Este tipo de interação pode ser explicado através de um processo de duas fases: uma partícula estabelece um campo, e, em seguida, uma partícula carregada interage com o campo e experimenta uma força. O conceito de campo, no contexto das forças elétricas, foi desenvolvido por Michael Faraday (1791-1867). Nesta abordagem, uma carga elétrica puntiforme q origina na região que a envolve, um campo de forças chamado campo elétrico. Uma carga elétrica puntiforme de prova q_0 colocada num ponto P dessa região fica sob a ação de uma força elétrica, \vec{F}_e . A carga elétrica q_0 deteta a presença da carga q por meio do campo elétrico que q origina. Portanto, a força elétrica, \vec{F}_e , é devida à interação entre o campo elétrico da carga q e a carga elétrica q_0 (Serway & Jewett, 2014).

Um campo elétrico é um campo vetorial, constituído por uma distribuição de vetores, um para cada ponto da região em torno de um objeto eletricamente carregado, define-se o campo elétrico \vec{E} produzido pelo objeto através da equação

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q} \quad \text{Equação 3.3}$$

A unidade do Sistema Internacional do campo elétrico \vec{E} é o newton por coulomb (N/C). Observe-se que a existência de um campo elétrico \vec{E} é uma propriedade da carga que o origina, a presença da carga de prova não é necessária para o campo existir. A carga de prova serve como um detetor do campo elétrico \vec{E} ; existe um campo elétrico \vec{E} num ponto, se uma carga de prova nesse ponto deteta uma força elétrica, \vec{F}_e (Resnick, Halliday & Walker, 2009; Serway & Jewett, 2014).

Para determinar a direção de um campo elétrico, considera-se uma carga puntiforme q . Esta carga cria um campo elétrico em todos os pontos à sua volta. Uma carga de prova q_0 é colocada num ponto P , a uma distância r da carga q , como mostra a figura 3.5 (a). Utilizando a carga de prova para determinar a direção da força elétrica e por conseguinte a do campo elétrico, de acordo com a lei de Coulomb, a força que q exerce na carga de prova é dada por

$$\vec{F}_e = k_0 \frac{qq_0}{r^2} \hat{r}$$

onde \hat{r} é o vetor unitário de direção de q a q_0 . Esta força na figura 3.5(a) é dirigida para longe da carga q , porque o campo elétrico na posição P , posição onde se encontra a carga de prova é definido como $\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q_0}$, o campo elétrico em P criado por q é

$$\vec{E} = k_0 \frac{q}{r^2} \hat{r} \quad \text{Equação 3.4}$$

Se a carga q é positiva, a figura 3.5 (b) mostra a situação em que a carga de prova foi removida, a carga q cria um campo elétrico no ponto P , dirigido para longe de q . Se a carga q é negativa, como na figura 3.5 (c), a força elétrica na carga de prova é dirigida para q , e por consequência o campo elétrico em P é dirigido para a carga q , como mostra a figura 3.5 (d) (Serway e Jewett, 2014).

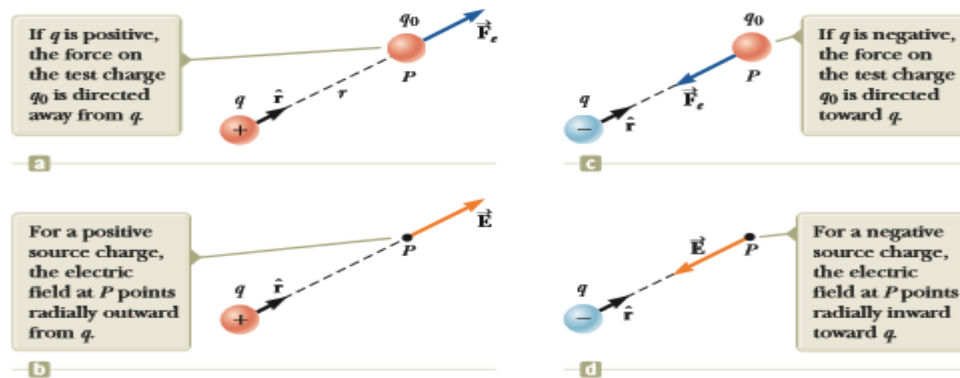


Figura 3.5 – (a) e (c) quando uma carga de prova é colocada perto de uma carga q , a carga de prova deteta uma força elétrica. (b) e (d) Num ponto P perto de uma carga q existe um campo elétrico (Serway e Jewett, 2014, p. 700).

Linhas de campo elétrico

Pode-se visualizar o campo elétrico desenhando linhas, denominadas linhas de campo elétrico, para representar tanto a intensidade, quanto a direção e o sentido do campo. A relação entre as linhas de campo elétrico e os vetores campo elétrico é a seguinte:

- O vetor campo elétrico \vec{E} é tangente à linha de campo elétrico em cada um dos seus pontos. Em qualquer ponto, a orientação de uma linha de campo retilínea ou a orientação da tangente a uma linha de campo não retilínea é a orientação do campo elétrico nesse ponto;
- As linhas de campo são desenhadas de tal forma que o número de linhas de campo por unidade de área, medido num plano perpendicular às linhas de campo é proporcional à intensidade do campo elétrico. Assim, \vec{E} tem valores elevados nas regiões em que as linhas de campo estão mais próximas e valores mais baixos nas regiões em que as linhas de campo estão mais afastadas (figura 3.6) (Resnick, Halliday & Walker, 2009; Serway & Jewett, 2014).

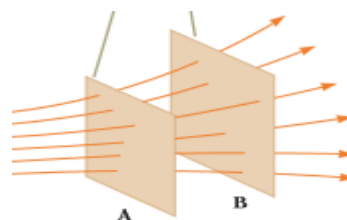


Figura.3.6 – Linhas de campo elétrico a atravessar duas superfícies. A densidade de linhas é superior quando atravessam a superfície A, logo a intensidade do campo elétrico nesta superfície é maior em relação à superfície B, onde a densidade de linhas de campo elétrico é menor (Serway & Jewett, 2014, p. 709).

A representação das linhas de campo elétrico originadas por uma carga puntiforme positiva, são representadas na figura 3.7 (a). Esta representação bidimensional mostra apenas as linhas de campo no plano que contém a carga puntiforme. As linhas são direcionadas para fora da carga em todas as direções. As linhas de campo de uma carga negativa são dirigidas para a carga, como se mostra na figura 3.7 (b) (Serway & Jewett, 2014).



Figura 3.7 – Linhas de campo elétrico de cargas puntiformes (Serway & Jewett, 2014, p. 709)

Para desenhar as linhas de campo elétrico obedece-se às seguintes regras:

- As linhas têm de começar numa carga positiva e terminar numa carga negativa;
- O número de linhas que sai da carga negativa ou que se aproxima da carga negativa é proporcional à intensidade da carga;
- As linhas de campo elétrico nunca se cruzam.

A figura 3.8 (a) mostra as linhas de campo elétrico entre duas cargas puntiformes positivas iguais. As linhas são aproximadamente radiais junto das cargas, e o número de linhas que saem de ambas as cargas são iguais evidenciando que a intensidade das cargas é igual. Na figura 3.8 (b) pode-se observar as linhas de campo elétrico entre duas cargas de sinais opostos e de intensidade diferente. Verifica-se que a intensidade da carga positiva é superior à da carga negativa, observando que o número de linhas de campo que saem da carga positiva é superior ao número de linhas que entram na carga negativa (Serway & Jewett, 2014).

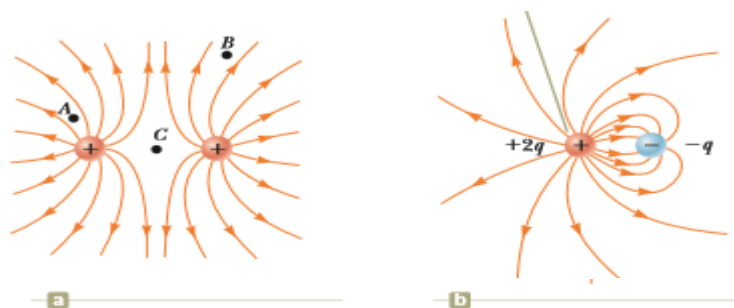


Figura 3.8 – (a) Linhas de campo elétrico entre duas cargas puntiformes positivas. (b) Linhas de campo elétrico entre uma carga puntiforme $+2q$ e outra carga $-q$ (Serway & Jewett, 2014, p. 710).

Energia potencial e Diferença de potencial elétrico

O campo elétrico, é um campo conservativo. Quer isto dizer que o trabalho realizado pela força elétrica no transporte de uma partícula carregada entre dois pontos, situados numa região onde existe um campo elétrico, não depende da trajetória, mas apenas das posições final e inicial. Para um deslocamento infinitesimal $d\vec{s}$ de uma carga q imersa num campo elétrico, o trabalho realizado pelo campo elétrico na carga (dentro do sistema carga-campo) é interno ao sistema e dado por $W_{int} = \vec{F}_e \cdot d\vec{s} = q\vec{E} \cdot d\vec{s}$. Portanto, quando a carga q é deslocada, a energia potencial elétrica do sistema carga-campo é alterada, $dU = -W_{int} = -q\vec{E} \cdot d\vec{s}$. Para um deslocamento finito da carga q de um ponto A para um ponto B, a alteração da energia potencial elétrica do sistema é,

$$\Delta U = -q \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad \text{Equação 3.5}$$

substituindo \vec{E} (Equação 3.4) no integral de linha temos;

$$\begin{aligned} - \int_A^B \frac{kq}{r^2} \hat{r} d\vec{s} &= \int_A^B -k \frac{q}{r^2} dr = \left[k \frac{q}{r} \right]^B - \left[k \frac{q}{r} \right]^A = \\ &= V(b) - V(a) \Rightarrow V(r) = k \frac{q}{r} \end{aligned} \quad \text{Equação 3.6}$$

Para uma dada posição da carga q numa região do campo elétrico, o sistema carga-campo tem uma dada energia potencial elétrica U relativamente à configuração do sistema que é definida como $U = 0$. Dividindo a energia potencial pela carga, obtém-se uma grandeza física que depende apenas da distribuição de carga geradora e tem um valor em cada ponto do campo elétrico. A esta grandeza física dá-se o nome de potencial elétrico V :

$$V = \frac{U}{q} \quad \text{Equação 3.7}$$

Como a energia potencial elétrica é uma grandeza escalar, o potencial elétrico também o é.

A diferença de potencial elétrico, ou diferença de potencial ou tensão elétrica $\Delta V = V_B - V_A$, entre dois pontos A e B num campo elétrico, é definida como a variação da energia potencial elétrica do sistema quando uma carga q é deslocada entre esses dois pontos, (Equação 3.5) dividida pela sua carga:

$$\Delta V \equiv \frac{\Delta U}{q} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad \text{Equação 3.8}$$

Nesta definição, o deslocamento infinitesimal $d\vec{s}$ é interpretado como o deslocamento entre dois pontos no espaço, em vez do deslocamento de uma carga q como na equação 3.5.

A diferença de potencial não deve de ser confundida com a diferença de energia potencial. A diferença de potencial entre A e B existe somente devido a uma carga geradora e depende da sua distribuição (considere-se os pontos A e B referidos acima sem a presença da carga q). Para que exista energia potencial elétrica, tem de existir um sistema composto pelo menos por duas ou mais cargas. A energia potencial elétrica é relativa ao sistema carga-campo e só se altera se uma carga for movida em relação a ele. Considere-se uma situação em que um agente externo desloca a carga no campo elétrico. Se este agente deslocar a carga de A para B sem alterar a energia cinética da carga, o agente realiza trabalho que altera a energia potencial do sistema: $W = \Delta U$, relacionando com a equação 3.8, o trabalho realizado pelo agente para deslocar uma carga no campo elétrico a velocidade constante é dado por:

$$W = q\Delta V \quad \text{Equação 3.9}$$

Como o potencial elétrico é uma medida da energia potencial elétrica por unidade de carga elétrica, a unidade do Sistema Internacional, tanto do potencial elétrico como da diferença de potencial é o joule por coulomb, que é definido por volt (V):

$$1V \equiv \frac{1J}{C}$$

Como se pode observar na equação 3.9, 1 J de trabalho deve ser realizado para deslocar uma carga 1C para se obter uma diferença de potencial de 1V. Da equação 3.8, pode-se verificar que a diferença de potencial também pode assumir as unidades de campo elétrico-distância. Sendo as unidades do Sistema internacional para o campo elétrico N/C, este também pode ser expresso em volt por metro

$$1N/C = 1V/m$$

Da equação 3.6 deduz-se que o campo elétrico é o $-\text{gradiente}$ do potencial:

$$\frac{dV(r)}{dr} = \frac{d}{dr} k \frac{q}{r} = -k \frac{q}{r^2} = -E(r) \Rightarrow E(r) = -\frac{\Delta V}{\Delta r} \quad \text{Equação 3.10}$$

Portanto, tem-se uma nova interpretação de campo elétrico: o campo elétrico é uma medida da variação de potencial elétrico por unidade de distância (Serway & Jewett, 2014).

Corrente elétrica

Num condutor metálico em equilíbrio eletrostático, todos os seus eletrões de condução estão em movimento desordenado, com velocidades em todas as direções, porém não produzem qualquer efeito, pois todos os pontos do condutor metálico em equilíbrio, têm o mesmo potencial elétrico (figura 3.9 (a)). No entanto, se ligarmos o condutor metálico aos terminais A e B de uma fonte de tensão, este ficará submetido à diferença de potencial $V_A -$

V_B , que origina no interior do condutor o campo elétrico \vec{E} , orientado do polo positivo para o polo negativo. Nesse campo elétrico, cada eletrão fica sujeito a uma força elétrica $\vec{F}_e = q\vec{E}$ de sentido oposto ao do vetor \vec{E} , pois a carga elétrica do eletrão é negativa. Sob a ação da força elétrica, os eletrões de condução alteram as suas velocidades, adquirindo um movimento ordenado, cuja velocidade média tem a direção e o sentido da força elétrica (figura 3.9 (b)). Esse movimento orientado de cargas elétricas constitui a corrente elétrica (Resnick, Halliday & Walker, 2009; Serway & Jewett, 2014)

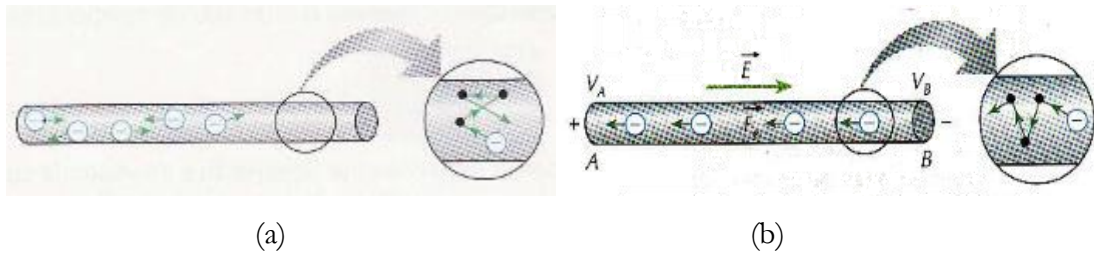


Figura 3.9 - (a) num condutor metálico em equilíbrio eletrostático, o movimento dos eletrões de condução é desordenado. (b) Originando uma diferença de potencial nos terminais do condutor, o movimento dos eletrões passa a ser ordenado e no sentido da força elétrica \vec{F}_e (Resnick, Halliday & Walker, 2009, p. 141)

Para definir a corrente elétrica quantitativamente, considerem-se as cargas elétricas que atravessam uma superfície de área A como se mostra na figura 3.10. A quantidade de carga que passa nessa superfície é dada por:

$$I = \rho \cdot \vec{v} \cdot \vec{n} = \rho \cdot v \cdot A \cdot \cos(\theta)$$

onde \vec{v} é o vetor velocidade das cargas, \vec{n} é o vetor normal à superfície A , θ o ângulo entre ambos e ρ a densidade volumica de carga (C/m^3).

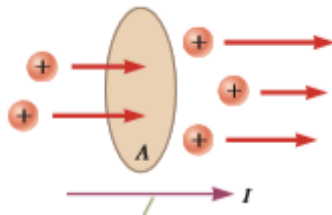


Figura 3.10 – Cargas em movimento através de uma área A .

A corrente (I) é definida como a taxa temporal de passagem de cargas através da superfície A . Se ΔQ é a quantidade de cargas que atravessa a superfície num determinado intervalo de tempo Δt , a corrente elétrica média é dada por:

$$I_{\text{médio}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \text{Equação 3.11}$$

Se a taxa em que a carga flui varia com o tempo então a corrente elétrica varia com o tempo; define-se a corrente elétrica instantânea como o limite da corrente elétrica média quando $\Delta t \rightarrow 0$:

$$I \equiv \frac{dQ}{dt} \quad \text{Equação 3.12}$$

A unidade do Sistema Internacional de corrente elétrica é o ampere (A):

$$1A = 1C/s$$

Denomina-se corrente contínua toda a corrente elétrica de sentido e intensidade constantes com o tempo. Nesse caso, a corrente elétrica média $I_{\text{médio}}$ em qualquer intervalo de tempo Δt é a mesma e, portanto, igual à corrente elétrica I em qualquer instante t .

$$I_{\text{médio}} = I$$

A figura 3.11 (a), mostra o gráfico de uma corrente contínua constante em função do tempo. Este é o tipo mais simples de corrente elétrica. A pilha junto do gráfico é o tipo de fonte de tensão que fornece corrente contínua. Além da corrente contínua, existe outro tipo de corrente que muda periodicamente de intensidade e sentido ao longo do tempo (figura 3.11 (b)), denomina-se corrente alternada. Os terminais das tomadas elétricas fornecem uma corrente alternada.

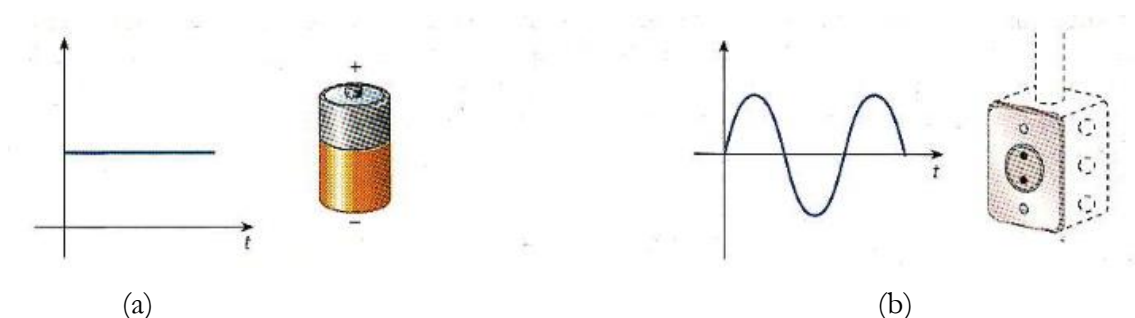


Figura 3.11 – (a) Corrente contínua com sentido e intensidade constantes no tempo; (b) corrente alternada que varia periodicamente com o tempo (Resnick, Halliday, & Walker, 2009, p. 145).

Sentido convencional da corrente elétrica

O sentido do movimento dos elétrons é oposto ao sentido do campo elétrico no interior do condutor, como se observa na figura 3.9 (b), porque $\vec{F}_e = q\vec{E}$ e q é negativo. Contudo, por convenção: o sentido da corrente elétrica é igual ao do campo elétrico no interior do condutor. Esta convenção foi internacionalmente adotada, e a corrente elétrica considerada nessas condições é denominada de corrente convencional. A corrente convencional, pode ser imaginada como se fosse constituída por cargas livres positivas em movimento; assim, sempre que se fale em sentido da corrente, está-se a referir à corrente

convencional. Note-se que a corrente convencional tem sentido contrário ao sentido real do movimento dos eletrões num metal, e é o sentido do movimento dos cations numa solução eletrolítica.

Resistência e lei de Ohm

A corrente elétrica num condutor é conduzida por um campo elétrico \vec{E} , no interior do condutor, o qual exerce uma força $q\vec{E}$ nas cargas condutoras. Em equilíbrio eletrostático, o campo elétrico dever ser zero no interior do condutor, mas quando existe uma corrente elétrica o condutor deixa de estar em equilíbrio eletrostático. As cargas condutoras deslocam-se em movimento de deriva ao longo do condutor, guiadas pelas forças exercidas pelo campo elétrico. Se as únicas forças exercidas sobre as cargas fossem de natureza elétrica, a rapidez das cargas aumentaria indefinidamente, pois ficariam sujeitas a uma aceleração, resultante da força elétrica. No entanto, isto não acontece porque os eletrões de condução interagem com os iões constituintes da rede do metal e as forças de interação entre estes opõem-se ao movimento de deriva dos eletrões (Serway & Jewett, 2014; Tipler & Mosca, 1994).

A figura 3.12 mostra um segmento de fio com comprimento ΔL , secção transversal de área A com uma corrente I . Como a direção e sentido do campo elétrico apontam para uma região de menor potencial elétrico, o potencial elétrico do ponto a é maior que no ponto b . Se se considerar a corrente como um fluxo de portadores de carga positivos, o movimento de deriva será no sentido do decréscimo do potencial elétrico. Considerando que o campo elétrico seja uniforme ao longo do segmento, a diferença de potencial elétrico entre os pontos a e b é,

$$V = V_a - V_b = E\Delta L \quad \text{Equação 3.13}$$

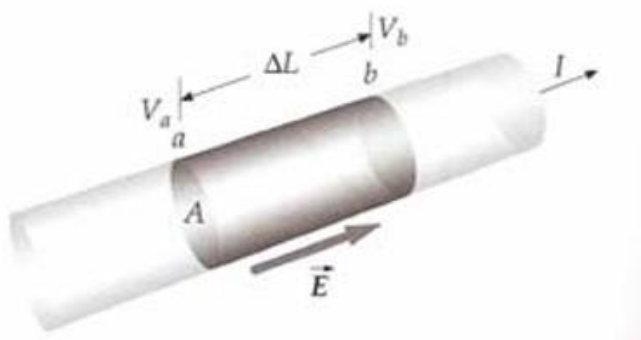


Figura 3.12 – Um segmento de fio por onde passa uma corrente I . A diferença de potencial $V_a - V_b$ está relacionada ao campo elétrico por $V_a - V_b = E\Delta L$ (Tipler e Mosca, 1994, p. 149)

A razão entre a diferença de potencial elétrico no sentido da corrente (a corrente é uma grandeza escalar, não tem direção nem sentido) e a própria corrente elétrica é chamada resistência de um condutor,

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{Equação 3.14}$$

onde o sentido da corrente é referente ao sentido do vetor densidade de corrente, \vec{J} (corrente que atravessa uma determinada área de seção, ou seja, a carga que passa por unidade de tempo e unidade de área, C/m².s). A unidade de resistência no Sistema internacional é o volt por ampere, denominado ohm (Ω) (Tipler & Mosca, 1994):

$$1\Omega = \frac{1V}{A}$$

Verifica-se pela equação 3.14 que quanto maior for a resistência de um material menor será a corrente elétrica que o percorre. Para muitos materiais condutores, a resistência do material não depende da diferença de potencial nem da corrente. Tais materiais, que incluem a maioria dos metais, são chamados materiais ôhmicos. Os materiais ôhmicos obedecem à lei de Ohm enunciada da seguinte forma: A razão entre a diferença de potencial aplicada ao condutor e a corrente elétrica que o percorre é constante, supondo uma temperatura constante (Resnick, Halliday & Walker, 2009; Serway & Jewett, 2014); Tipler & Mosca, 1994).

A figura 3.13 mostra a representação gráfica da diferença de potencial em função da corrente elétrica para dois condutores. Para um dos condutores verifica-se que a relação é linear (figura 3.13 (a)), mas, para o outro a relação é não-linear (figura 3.13 (b)). A lei de Ohm não é uma lei fundamental da natureza, como as leis de Newton ou as leis da termodinâmica, mas sim uma descrição empírica de uma propriedade compartilhada por muitos materiais em condições específicas (Tipler & Mosca, 1994).

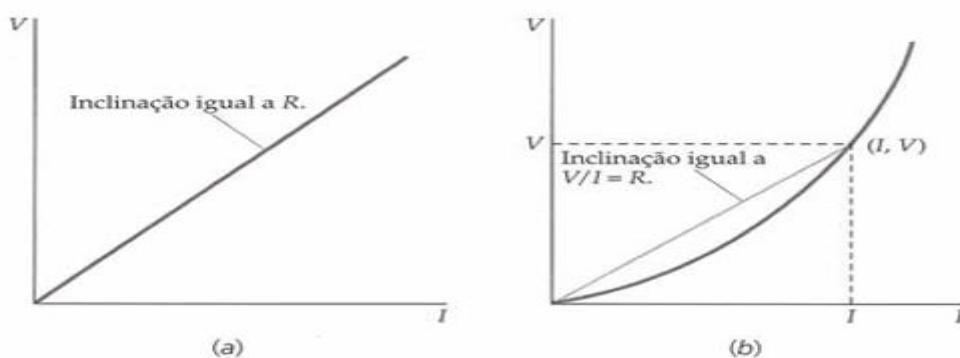


Figura 3.13 – Gráficos de diferença de potencial (V) em função da corrente elétrica (I). (a) A diferença de potencial é proporcional à corrente elétrica de acordo com a lei de Ohm – condutor ôhmico. (b) A diferença de potencial não é proporcional à corrente elétrica – condutor não-ôhmico (Tipler & Mosca, 1994, p. 150).

Tem-se que a resistência R de um fio condutor é proporcional ao comprimento L do fio e inversamente proporcional à sua área de secção transversal A :

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad \text{Equação 3.15}$$

onde a constante de proporcionalidade ρ é chamada de resistividade do material condutor. A unidade do Sistema Internacional da resistividade é o ohm-metro (Ω). Para um segmento de um fio de comprimento L , secção transversal com área A , corrente I e resistência R , a diferença de potencial V ao longo do comprimento do segmento está relacionada à corrente I por,

$$V = IR = I \rho \frac{L}{A}. \quad \text{Equação 3.16}$$

A diferença de potencial V e a intensidade do campo elétrico E estão relacionadas por $V = EL$. Substituindo V por EL e I/A por J , obtemos:

$$EL = \rho J L$$

Expressando E e J como vetores, obtemos:

$$\vec{E} = \rho \vec{J} \quad \text{Equação 3.17}$$

A equação 3.17 é uma versão alternativa da lei de Ohm. O vetor densidade de corrente elétrica \vec{J} num ponto de um condutor conduzindo corrente elétrica é igual ao inverso da resistividade multiplicada pelo vetor campo elétrico no mesmo ponto.

Circuitos elétricos de corrente contínua

Denomina-se circuito elétrico ao conjunto de dispositivos elétricos com os quais se pode estabelecer uma corrente elétrica. Sendo que o gerador ou fonte de tensão constitui a parte interna do circuito, e os restantes dispositivos constituem o circuito externo. Quando se diz que o circuito está fechado, está-se a efetuar uma ligação que permite o fluxo de cargas elétricas pelo circuito. Este processo é por norma efetuado por um dispositivo elétrico denominado interruptor. Quando se constrói um circuito elétrico, associamos recetores de energia, estes recetores de energia podem ser associados de dois modos distintos: em série e em paralelo. Sendo que num circuito podemos ter presente os dois tipos de associações, ou seja, tem-se uma associação mista. Estes recetores podem ser desde lâmpadas a resistências elétricas. Quando se associam duas lâmpadas incandescentes como na figura 3.14 (a) estamos perante uma associação em série.

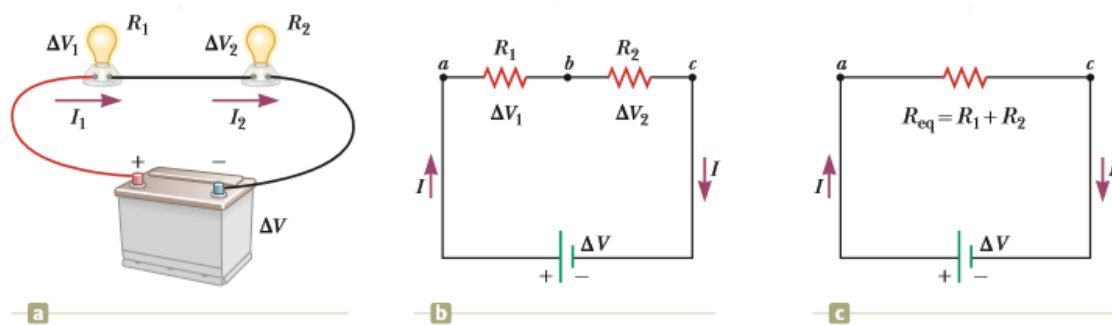


Figura 3.14 – Duas lâmpadas associadas em série, representadas pelas respectivas resistências R_1 e R_2 . Os três diagramas são equivalentes. Em (b) está a representação esquemática do circuito na figura (a) (Serway e Jewett, 2014, p. 837).

Numa associação em série, a quantidade de carga que entra na resistência R_1 , tem de ser a mesma que entra na resistência R_2 , pois quantidade de total carga conserva-se, num circuito isolado. Portanto, a intensidade de carga que passa nas duas resistências num dado intervalo de tempo é a mesma:

$$I = I_1 = I_2$$

onde I é a corrente que sai da fonte de tensão, I_1 é a corrente na resistência R_1 , e I_2 é a corrente na resistência R_2 . A diferença de potencial aplicada numa associação em série é dividida pelas resistências. Na figura 3.14 (b), a diferença de potencial entre o ponto a e o ponto b é igual a $I_1 R_1$ e a diferença de potencial entre o ponto b e o ponto c é igual a $I_2 R_2$, então a diferença de potencial entre a e c é:

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = I_1 R_1 + I_2 R_2$$

Podendo também ser escrita em relação à resistência equivalente R_{eq} , como na figura 3.14 (c):

$$\Delta V = I R_{eq}$$

onde a resistência equivalente tem o mesmo efeito que a associação de resistências em série porque a corrente que percorre o circuito é igual em todos os pontos. A resistência equivalente de duas ou mais resistências associadas em série é:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots \quad \text{Equação 3.18}$$

Esta relação mostra que a resistência equivalente de uma associação em série é a soma numérica de todas as resistências individuais. Se uma das lâmpadas do circuito representado na figura 3.14 (a) se fundir, o circuito deixa de estar fechado, ou seja, o circuito fica aberto e deixa de existir corrente elétrica. A outra lâmpada apagar-se-á. Esta é uma das desvantagens dos circuitos com associações em série, se um dispositivo elétrico que constitui a associação em série se avariar o circuito fica aberto e todos os outros dispositivos inoperáveis.

Considere-se agora uma associação de resistência em paralelo como se mostra na figura 3.15. Neste tipo de associação as resistências encontram-se ligadas diretamente à fonte de tensão. Portanto, a diferença de potencial nas resistências é a mesma:

$$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

onde ΔV é a diferença de potencial nos terminais da fonte de tensão.

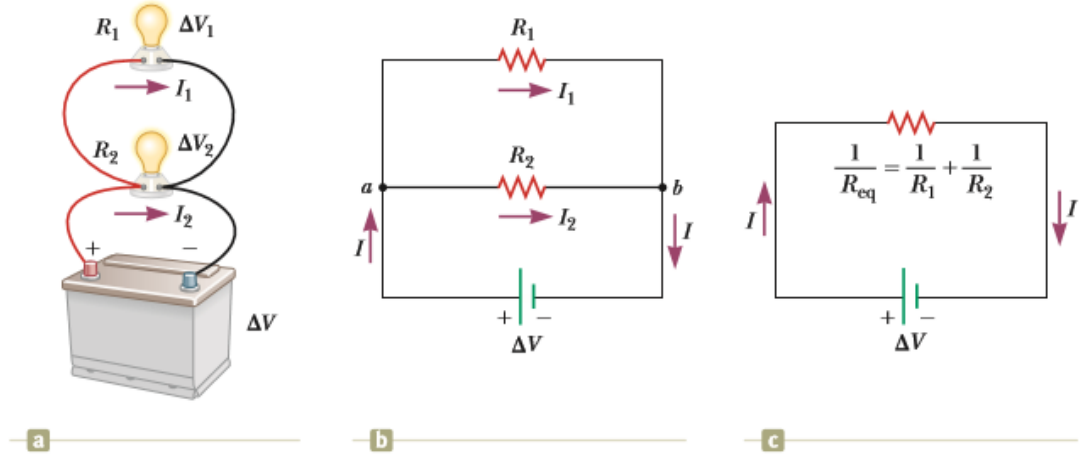


Figura 3.15 - Duas lâmpadas associadas em paralelo, representadas pelas respectivas resistências R_1 e R_2 . Os três diagramas são equivalentes (Serway e Jewett, 2014, p. 838).

Quando as cargas chegam ao ponto a da figura 3.15 (b), dividem-se pelos dois caminhos, algumas seguem em direção a R_1 e outras em direção a R_2 . A denominação dada ao ponto a ou b representados na figura 3.15 (b) é nó, e é a posição onde a quantidade de cargas se divide. Esta divisão da quantidade de cargas resulta num decréscimo de corrente que chega a cada uma das resistências em relação à carga que saiu da bateria. Mas, como num circuito isolado a quantidade de carga é conservativa, então, a corrente que entra no ponto a tem de ser igual à que sai no ponto b :

$$I = I_1 + I_2 = \frac{\Delta V_1}{R_1} + \frac{\Delta V_2}{R_2} \quad \text{Equação 3.18}$$

Onde I é a corrente principal do circuito, I_1 é a corrente que passa em R_1 e I_2 a corrente que passa em R_2 .

A corrente na resistência equivalente R_{eq} na figura 3.15 (c) é:

$$I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} \quad \text{Equação 3.19}$$

onde a resistência equivalente substitui a associação das duas resistências em paralelo, isto é, a resistência equivalente é atravessada pela mesma corrente que sai da bateria. Combinando a equação 3.18 com a equação 3.19, temos que:

$$\frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{\Delta V_1}{R_1} + \frac{\Delta V_2}{R_2} \rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{Equação 3.20}$$

Neste tipo de associação, representado na figura 3.15 (a), se uma lâmpada se fundir a outra irá continuar acesa, pois o circuito continua fechado.

Fundamentação Didática

A presente secção, dedicada à fundamentação didática, encontra-se dividida em quatro subsecções, nomeadamente: enquadramento curricular, organização da proposta didática, descrição das tarefas propostas aos alunos e o tipo de avaliação adotada.

Enquadramento Curricular

A sociedade de informação em que vivemos apela à compreensão e ao conhecimento dos assuntos científicos e tecnológicos, requerendo a formação de indivíduos aptos para elaborar e usar novas tecnologias, promover progressos científicos capazes de responder às necessidades sociais, ao respeito pelo meio ambiente e proporcionar a vivência do ser humano com equilíbrio e bem-estar (Hargreaves, 2003). A literacia científica torna-se, por isso, primordial na medida que assenta na mobilização de conhecimentos da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade e do Ambiente por forma a dar resposta aos exigentes desafios da sociedade atual. Por conseguinte, torna-se fundamental o “desenvolvimento de um conjunto de competências que se revelam em diferentes domínios, tais como o conhecimento (substantivo, processual ou metodológico, epistemológico), o raciocínio, a comunicação e as atitudes” (Galvão et al., 2001, p. 6) para a promoção da literacia científica.

As Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais para o 3.º ciclo do ensino básico (Galvão, et al., 2001), procuram desenvolver estas competências essenciais para o exercício da cidadania a partir da exploração dos temas: Terra no Espaço; Terra em transformação; Sustentabilidade na Terra e Viver melhor na Terra e que estão organizados conforme se apresenta na figura 3.16. A exploração destes temas tem como objetivo promover a compreensão de um conjunto de conceitos relacionados com a estrutura e funcionamento do sistema Terra, em situações educativas que possibilitem aos alunos usarem esses conceitos em situações que contemplem a intervenção humana na Terra e a resolução de problemas daí resultantes, bem como desenvolver competências que lhes permitam tomar decisões fundamentadas e responsáveis no futuro (Galvão, et al., 2001).

Os tópicos abordados neste trabalho inserem-se no tema Viver Melhor na Terra, que é lecionado no 9.º ano de escolaridade e que inclui os subtemas: Em trânsito; Sistemas elétricos e eletrónicos; Ciência, Tecnologia e Qualidade de vida e Classificação de materiais. Os tópicos lecionados nesta intervenção incidem no subtema Sistemas elétricos e eletrónicos. Com a exploração destes tópicos, pretende-se que os alunos aprendam os princípios básicos de eletricidade e as suas aplicações, a sua produção e distribuição, regras de segurança na utilização de materiais e dispositivos elétricos, assim como o conhecimento de componentes básicos de circuitos elétricos e as suas aplicações (Galvão, et al., 2001).

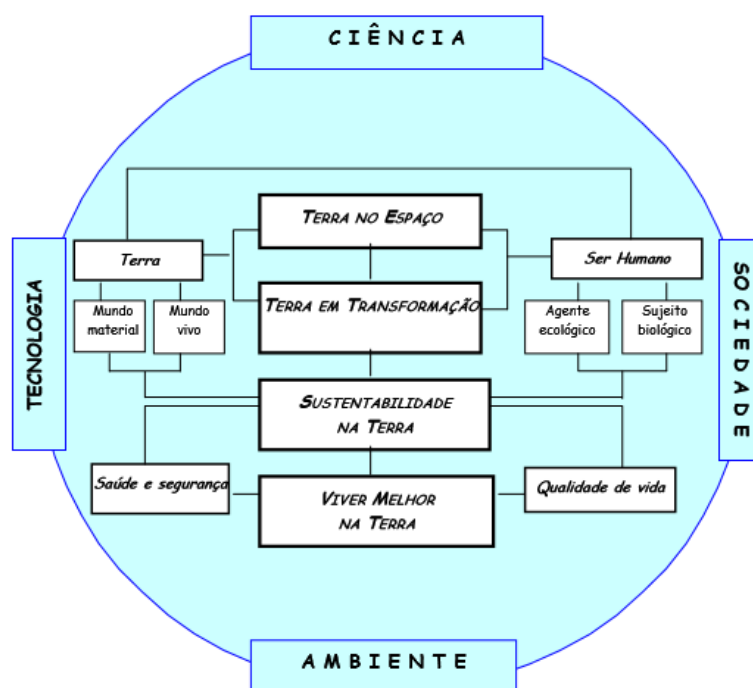


Figura 3.16 – Esquema organizador dos quatro temas (Galvão, et al., 2001, p. 10)

No presente ano letivo entraram em vigor as Metas Curriculares para o 9.º ano de escolaridade. Neste documento, a exploração dos tópicos Corrente elétrica e Circuitos elétricos deve permitir aos alunos aprenderem a “Compreender os fenómenos elétricos do dia-a-dia, descrevendo-os por meio de grandezas físicas e aplicar esse conhecimento na montagem de circuitos elétricos simples (de corrente contínua) medindo essas grandezas” (Fiolhais et al., 2013, p. 25).

O esquema organizador dos conceitos envolvidos na exploração dos tópicos Corrente elétrica e Circuitos elétricos integra o que é preconizado nas Orientações Curriculares e nas Metas Curriculares e encontra-se apresentado na figura 3.2.

Organização da proposta didática

Tal como é preconizado nas Orientações Curriculares, o professor deve gerir as suas propostas curriculares de forma a desenvolver competências nos alunos permitindo-lhes selecionar, analisar, avaliar de modo crítico informações em situações concretas, trabalhar em grupo, confrontar ideias, clarificar pontos de vista, colaborar em equipa, desenvolver o seu poder de argumentação, tanto escrito como oral, bem como desenvolver o gosto por aprender. Assim, é de extrema importância que os professores desenvolvam estratégias que tenham em consideração todos estes fatores, através de uma abordagem construtivista e centrada nos alunos. Nesta perspetiva, o professor passa a desempenhar o papel de orientador da aprendizagem e o aluno passa a ter um papel ativo na construção da sua aprendizagem (Pires, 2001).

Segundo Ponte (2005), a utilização de uma estratégia de “ensino-aprendizagem exploratório”, permite alcançar este objetivo, pois o “professor procura não explicar tudo, mas deixa uma parte importante do trabalho de descoberta e de construção do conhecimento para os alunos realizarem” (Ponte, 2005, p.13). O uso de tarefas permite aos alunos envolverem-se nas aprendizagens, estimulam a sua criatividade e potenciam a construção do seu conhecimento, promovendo aprendizagens significativas. Assim sendo, esta proposta didática é construída segundo uma perspetiva construtivista, possibilitando que o conhecimento científico seja predominantemente construído pelos alunos.

As tarefas laboratoriais de cariz investigativo constituem uma orientação didática para o desenvolvimento das aprendizagens científicas dos alunos. Refletem o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência, dando ênfase ao questionamento, à comunicação e usam processos de cariz investigativo como metodologia de ensino. Incidem no que o aluno faz e não somente no que o professor diz, exigem assim uma mudança de um ensino mais tradicional para um ensino que promova uma compreensão abrangente dos conceitos, o raciocínio crítico e o desenvolvimento de competências de resolução de problemas (Ponte, 2005, Wellington, 2000).

As tarefas laboratoriais de cariz investigativo recorrem ao modelo dos cinco E's (Bybee, et al., 2006) e envolvem seguintes fases de planeamento: *engagement* (envolvimento), *exploration* (exploração), *explanation* (explicação), *elaboration* (ampliação) e *evaluation* (avaliação) (Apêndice A). No quadro 3.1 apresentam-se as principais características de cada fase do modelo.

Quadro 3.2

Síntese das principais fases do modelo dos 5 E's

Envolvimento	Fase de motivação dos alunos, é importante nesta fase suscitar a curiosidade dos alunos em relação ao tema a tratar, apresentando uma situação problemática, que procure estimular o pensamento através do questionamento, da identificação e definição do problema, nesta fase o professor deve ter em atenção o que os alunos já sabem e identificar as suas concepções alternativas.
Exploração	Os alunos trabalham em grupo, com a orientação do professor. Os alunos questionam, fazem previsões, estabelecem hipótese, planificam uma forma de as testar, executam o plano, registam as suas observações e discutem em grupo os resultados obtidos.
Explicação	Os alunos são encorajados a explicar, por palavras próprias as conclusões que resultaram da experiência de aprendizagem, fundamentando a sua argumentação com base nos resultados obtidos.
Ampliação	Os alunos estabelecem relações com outros conceitos e aplicam os conceitos e capacidades a uma nova situação utilizando as suas definições formais.
Avaliação	Nesta fase os alunos avaliam o seu próprio conhecimento e a forma a como chegaram a esse conhecimento.

O uso de tarefas laboratoriais de cariz investigativo conduz à alteração da prática letiva, nomeadamente a estrutura da aula, o ambiente de aula e a comunicação em sala de aula, bem como os papéis a adotar tanto pelo professor como pelos alunos. Neste sentido, Ponte, Quaresma e Branco (2011) propõem que a exploração de uma aula em que se usam tarefas incida em quatro momentos fundamentais: (1) Introdução da tarefa; (2) Trabalho autónomo dos alunos; (3) Discussão e (4) Síntese final.

Em relação ao primeiro momento da aula, introdução da tarefa, a professora explica o modo como vai decorrer a tarefa, clarificando objetivos e esclarecendo eventuais dúvidas levantadas pelos alunos, informa os alunos acerca da duração da tarefa e apresenta os critérios de avaliação. A apresentação da tarefa é especialmente importante porque faz com que os alunos partam para a sua resolução com maior motivação (Ponte, Quaresma, & Branco, 2011). No segundo momento, trabalho autónomo dos alunos, a professora tem uma intervenção reduzida, a sua função é mais de incentivo, não adiantando, no entanto, nenhuma resposta, mas sim apoiá-los, por exemplo, através do questionamento para que sejam eles a chegar ao pretendido, incentivando a discussão em grupo. No momento da discussão coletiva, a professora, assume o papel de moderadora, promovendo a discussão entre os vários grupos, neste momento os alunos são confrontados com estratégias de resolução diferentes das suas e têm que fundamentar e argumentar os seus pontos de vista. O último

momento é o da síntese final em que com a colaboração de todos se sintetizam os aspetos mais relevantes abordados durante a realização da tarefa.

Esta proposta didática apresenta uma sequência de onze aulas, sete aulas de 90 minutos e quatro aulas de 45 minutos. Das aulas lecionadas, na segunda e terceira, de 90 minutos e 45 minutos respetivamente, realizaram-se revisões e esclareceram-se questões dos alunos. Relativamente ao modo de trabalho dos alunos, estes trabalharam em grupo, cujo numero de elementos variou entre os três e quatro alunos. A escolha dos grupos foi feita pela professora atendendo às características individuais de cada aluno e da turma, tendo em conta que nas aulas de 45 minutos estes se encontram divididos em dois turnos de 15 alunos.

As aulas foram planificadas de acordo com as Orientações Curriculares (Galvão, et al., 2001) e Metas Curriculares (Fiolhais, et al., 2013) para o ensino básico e encontram-se em apêndice (Apêndice B). No quadro 3.3. apresenta-se a sequência das onze aulas lecionadas com uma breve descrição.

Quadro 3.3

Sequência de aulas e objetivos de aprendizagem

Objetivos de aprendizagem	Momentos de aula
Aula 1 (90 min) – 23/02/2016 – Tarefa 1	
<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer a importância da eletricidade na nossa sociedade; • Associar a corrente elétrica a um movimento orientado de partículas com carga elétrica através de um meio condutor; • Distinguir circuito aberto de circuito fechado; • Identificar componentes elétricos num circuito e esquema pelos respetivos símbolos e esquematizar e montar um circuito simples. • Identificar o sentido convencional e real da corrente elétrica 	<p>1.º momento: introdução da nova unidade temática</p> <p>2.º momento: apresentação da tarefa 1- parte 1</p> <p>3.º momento: desenvolvimento da tarefa 1 – parte 1</p> <p>4.º momento: discussão coletiva da tarefa 1 - parte 1</p> <p>5.º momento: breve explicação relativamente ao conceito de corrente elétrica</p> <p>6.º momento: apresentação da tarefa – parte 2</p> <p>7.º momento: desenvolvimento da tarefa 1 – parte 2</p> <p>8.º momento: discussão coletiva parte 2 e síntese da tarefa 1</p> <p>9.º momento: desenvolvimento da tarefa 1 – parte 3 – Vai mais além ...</p> <p>10.º momento: reflexão individual da tarefa 1</p>

Aula 2 (90 min) – 01/03/2016 – Tarefa 2

- Distinguir bom condutor elétrico de mau condutor elétrico, exemplificando.
- 1.º momento: breve revisão dos conteúdos abordados na aula anterior
 - 2.º momento: apresentação da tarefa 2
 - 3.º momento: desenvolvimento da tarefa 2
 - 4.º momento: discussão coletiva e síntese da tarefa 2
 - 5.º momento: desenvolvimento da tarefa 2 – Vai mais além
 - 6.º momento: discussão coletiva da tarefa 2 – Vai mais além
 - 7.º momento: reflexão individual da tarefa 2

Aula 3 (90 min) – 08/03/2016 – Revisões para o teste de avaliação

Aula 4 (45 min) – 10/03/2016 – Teste de avaliação

Aula 5 (90 min) – 15/03/2016 – Tarefa 3

- Representar e construir circuitos em série e em paralelo;
 - Comparar a luminosidade das lâmpadas em cada tipo de associação;
 - Identificar os percursos da corrente elétrica em cada tipo de associação;
 - Identificar o que acontece em cada tipo de associação quando uma lâmpada avaria;
 - Identificar o que o interruptor comanda em cada tipo de associação.
- 1.º momento: apresentação da tarefa 3
 - 2.º momento: desenvolvimento da tarefa 3
 - 3.º momento: desenvolvimento da tarefa 3 – Vai mais além
 - 4.º momento: reflexão individual da tarefa 3

Aula 6 (45 min) – 17/03/2016 – Continuação da tarefa 3

- Representar e construir circuitos em série e em paralelo;
 - Comparar a luminosidade das lâmpadas em cada tipo de associação;
 - Identificar os percursos da corrente elétrica em cada tipo de associação;
 - Identificar o que acontece em cada tipo de associação quando uma lâmpada avaria;
 - Identificar o que o interruptor comanda em cada tipo de associação.
- 1.º momento: discussão coletiva e síntese da tarefa 3
 - 2.º momento: entrega dos testes de avaliação e autoavaliação

Aula 7 (90 min) – 05/04/2016 – Tarefa 4 – parte 1

- Definir tensão elétrica entre dois pontos, exprimi-la em volts, milivolt e quilovolt, e identificar o gerador como componente elétrico que cria tensão num circuito;
 - Descrever a constituição do primeiro gerador eletroquímico: a pilha de Volta
 - Indicar que a corrente elétrica exige uma tensão, que é fornecida pelo gerador;
 - Identificar o voltímetro como o aparelho que mede tensões, instalá-lo num circuito, escolhendo escalas adequadas;
 - Definir a grandeza corrente elétrica e exprimi-la em ampere, miliampere ou quilo ampere;
 - Identificar o amperímetro como o aparelho que mede a corrente elétrica, instalá-lo num circuito escolhendo escalas adequadas.
- 1.º momento: Explicação dos conceitos tensão elétrica e corrente elétrica.
2.º momento: apresentação da tarefa 4 – parte 1
3.º momento: desenvolvimento da tarefa 4 – parte 1
4.º momento: Discussão coletiva e síntese da tarefa 4 – parte 1

Aula 8 (45 min) – 07/04/2016 – Tarefa 4 – parte 2

- Construir um gerador eletroquímico
 - Medir tensão elétrica
 - Associar geradores eletroquímicos em série.
- 1.º momento: apresentação da tarefa 4 – parte 2
2.º momento: desenvolvimento da tarefa 4 – parte 2

Aula 9 (90 min) – 12/04/2016 - Tarefa 4 – parte 2 e parte 3

- Descrever a constituição do gerador eletroquímico construído;
 - Compreender a finalidade da associação de geradores em série;
 - Representar e construir circuitos com associações de lâmpadas em série e em paralelo, indicando como varia a tensão e a corrente elétrica.
- 1.º momento: discussão coletiva e síntese da tarefa 4 – parte 2
2.º momento: apresentação da tarefa 4 – parte 3
3.º momento: desenvolvimento da tarefa 4 – parte 3
4.º momento: discussão coletiva e síntese da tarefa 4 – parte 3
5.º momento: reflexão individual da tarefa 4

Aula 10 (45 min) – 14/04/2016 – Tarefa 5

- Definir resistência elétrica e exprimir valores de resistência em ohm, miliohm ou quiloohm; 1.º momento: apresentação da tarefa 5
- Identificar que a resistência de um condutor pode ser medida diretamente com um ohmímetro ou indiretamente com um voltímetro e um amperímetro; 2.º momento: desenvolvimentos das questões 1 e 2 da tarefa 5
3.º momento: discussão coletiva das questões 1 e 2 da tarefa 5
- Enunciar a lei de Ohm

Aula 11 (90 min) – 19/04/2016 – Continuação da tarefa 5

- Aplicar a lei de Ohm, identificando condutores ôhmicos e não ôhmicos; 1.º momento: desenvolvimento da tarefa 5
- Concluir que para uma tensão constante, a corrente elétrica é inversamente proporcional à resistência do condutor; 2.º momento: discussão coletiva e síntese da tarefa 5
3.º momento: desenvolvimento da tarefa 5 – Vai mais além
- Associar um reóstato a um componente elétrico com resistência variável. 4.º momento: discussão coletiva da tarefa 5 – Vai mais além
5.º momento: resolução do pós teste

Através desta sequência de aulas procura-se que os alunos desenvolvam as várias competências preconizadas nas Orientações Curriculares do 3.º ciclo do ensino básico (Galvão, et al., 2001) e nas Metas Curriculares para o 9.º ano do ensino básico (Fiolhais, et al., 2013). O quadro 3.4. sintetiza as competências desenvolvidas em cada tarefa.

Quadro 3.4

Síntese das competências desenvolvidas em cada tarefa

Competências		Tarefas				
		1	2	3	4	5
Conhecimento	Adquirir conhecimento científico	✓	✓	✓	✓	✓
	Analisar e interpretar resultados	✓	✓	✓	✓	✓
	Explorar o problema	✓	✓	✓	✓	✓
	Manusear material	✓	✓	✓	✓	✓
	Planificar experiências	✓	✓	✓	✓	✓
	Realizar experiências	✓	✓	✓	✓	✓
	Realizar pesquisa bibliográfica no manual					✓
	Registar resultados	✓	✓	✓	✓	✓
Raciocínio	Apresentar e explicar conceitos ou ideias	✓	✓	✓	✓	✓
	Estabelecer relações entre conceitos	✓	✓	✓	✓	✓
	Formular hipóteses		✓		✓	
	Formular conclusões	✓	✓	✓	✓	✓
	Tomar decisões	✓	✓	✓	✓	✓
	Ultrapassar dificuldades	✓	✓	✓	✓	✓
Atitudes	Colaborar com os colegas de forma empenhada e tolerante	✓	✓	✓	✓	✓
	Demonstrar curiosidade face ao assunto em estudo	✓	✓	✓	✓	✓
	Gerir o tempo	✓	✓	✓	✓	✓
	Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de material e de equipamentos	✓	✓	✓	✓	✓
	Refletir sobre o trabalho realizado	✓	✓	✓	✓	✓
Comunicação	Analisar e sintetizar informação	✓	✓	✓	✓	✓
	Apresentar e organizar as observações efetuadas	✓	✓	✓	✓	✓
	Apresentar ideias e argumentar	✓	✓	✓	✓	✓
	Utilizar corretamente a língua portuguesa na comunicação oral e escrita	✓	✓	✓	✓	✓
	Utilizar uma linguagem científica e contextualizada	✓	✓	✓	✓	✓

Breve descrição das tarefas

Nesta subseção apresenta-se uma breve descrição das cinco tarefas de investigação propostas aos alunos, bem como a sua exploração de acordo com o modelo dos cinco E's (Bybee, et al., 2006).

Tarefa 1

A primeira tarefa – Circuitos elétricos- foi construída com o intuito de iniciar o estudo da eletricidade (Fiolhais, et al., 2013). É constituída por três partes e tem como objetivos de aprendizagem: reconhecer a importância da eletricidade na nossa sociedade; associar a corrente elétrica a um movimento orientado de partículas com carga elétrica através de um meio condutor; indicar o sentido real e convencional da corrente elétrica; distinguir circuito aberto de circuito fechado; identificar componentes elétricos pelos respectivos símbolos e representar e construir um circuito simples. Na primeira parte, é abordada a importância da eletricidade através da leitura de um texto e posterior discussão, numa primeira fase em pequeno grupo, seguida de uma discussão coletiva. Na segunda parte da tarefa é introduzida a noção de circuito elétrico através da exploração de um texto que recorre a uma analogia entre o sistema circulatório humano e os circuitos elétricos, os alunos são depois incentivados a delinearem um plano para a construção de um circuito elétrico que permita acender e apagar uma lâmpada, identificando os seus componentes e respetiva função. Nesta fase é também introduzida ao aluno a esquematização simbólica dos circuitos elétricos. Por fim, através da observação de uma imagem os alunos preveem qual será o sentido da corrente elétrica.

Tarefa 2

A segunda tarefa – Bons e maus condutores - tem como objetivo que os alunos distingam entre bons e maus condutores elétricos, através de testes de condutibilidade elétrica. Na primeira fase da tarefa, é apresentada uma banda desenhada em que os alunos têm de interpretar a questão-problema e formular hipóteses que permitam responder à questão proposta. A questão-problema relaciona-se com a condutibilidade elétrica da água.

Posteriormente, os alunos planeiam e realizam uma atividade laboratorial para testar a condutibilidade elétrica de vários materiais, para além da água, e através das suas observações tiram conclusões dando resposta à questão inicial. No final da tarefa (na fase do vai mais além) é proposto aos alunos, através da análise de uma notícia, que identifiquem uma aplicação da eletricidade na atualidade e que classifiquem o corpo humano como bom ou mau condutor de corrente elétrica, justificando a sua opção.

Tarefa 3

Na terceira tarefa – Associações de recetores - os alunos analisam um texto, e são convidados a imaginar que trabalham no departamento de engenharia de uma fábrica de brinquedos e tem de conceber dois carrinhos de polícia de brincar, em que as lâmpadas de cada carrinho têm funcionamento diferente. Desta forma, têm de conceber dois circuitos

com diferentes associações de lâmpadas, planejar e realizar uma atividade laboratorial para testar os seus circuitos e com as suas observações concluir acerca das diferenças entre os dois tipos de associações. Na fase final (vai mais além) os alunos são questionados acerca do tipo de associação de lâmpadas que é mais útil nas habitações, justificando a sua opção.

Esta tarefa apresenta como objetivos a representação e construção de circuitos com associações de recetores em série e em paralelo e a identificação das principais diferenças entre eles em termos da luminosidade das lâmpadas, percurso da corrente elétrica, avaria de uma lâmpada nos circuitos e a função do interruptor em cada tipo de circuito.

Tarefa 4

A quarta tarefa – Tensão elétrica e Corrente elétrica - é constituída por três partes, sendo a única que não apresenta a fase de ampliação (vai mais além) do modelo dos cinco E's (Bybee, et al., 2006), por ser uma tarefa muito extensa que implica a realização de duas atividades laboratoriais.

A primeira parte da tarefa inicia-se com a leitura de um texto em que é apresentado aos alunos a história da invenção da pilha de Volta, em seguida respondem a duas questões sobre o texto e é feita uma discussão para que os alunos compreendam qual a constituição da pilha de Volta relacionando a sua invenção com as experiências do anatomista Luigi Galvani. Esta primeira fase da tarefa apresenta como objetivo a descrição da constituição da pilha de Volta.

A segunda parte da tarefa inicia-se com a análise de uma banda desenhada em que os alunos têm de interpretar a questão-problema e formular hipóteses que permitam responder à questão proposta. A questão-problema está relacionada com a construção de um gerador eletroquímico a partir de um limão para acender uma lâmpada. Os alunos concebem e realizam a atividade laboratorial e partir das suas observações e medições e tiram conclusões para responder à questão proposta. Assim, esta parte apresenta como objetivos a construção de um gerador eletroquímico com um limão, a medição da tensão elétrica do gerador eletroquímico e da associação de vários geradores eletroquímicos em série, bem como a compreensão da finalidade da associação em série de geradores eletroquímicos.

A parte três da tarefa apresenta como objetivos representar e construir circuitos com associações de lâmpadas em série e em paralelo, indicando como varia a tensão elétrica e a corrente elétrica em cada tipo de associação. Esta parte inicia-se com a leitura de um pequeno texto contendo dois circuitos em que se apresenta a questão-problema a investigar, esta está relacionada com as diferenças entre a tensão e a corrente elétrica nas associações de lâmpadas em série e em paralelo. Em seguida, os alunos planeiam e realizam uma atividade

laboratorial e partir das suas observações e medições tiram conclusões que respondam à questão-problema.

Tarefa 5

A quinta tarefa – Lei de Ohm - apresenta como objetivos definir resistência elétrica, enunciar e aplicar a lei de Ohm, identificar condutores óhmicos e associar um reóstato a um componente elétrico com resistência variável.

Numa primeira fase, os alunos analisam um excerto de um texto adaptado da Revista Quero Saber sobre resistência elétrica, corrente elétrica e tensão elétrica. Depois desta análise, os alunos pesquisam no seu manual palavras que desconheçam o seu significado e a lei que relaciona as três grandezas físicas referidas no texto. Planificam e realizam uma atividade para testar a lei de Ohm, construindo também o gráfico que permite estudar a lei de Ohm e tirar conclusões. Na fase final da tarefa (vai mais além) é proposto aos alunos que expliquem a razão de um botão rotativo num candeeiro regular a luminosidade da lâmpada.

Apresenta-se de seguida o quadro 3.5 que sintetiza as diferentes fases do modelo dos cinco E's (Bybee, et al., 2006), em cada tarefa proposta.

Quadro 3.5

Identificação das fases do modelo dos cinco E's nas tarefas laboratoriais de investigação construídas.

Tarefa	Fase de Envolvimento
1	Parte 1 – Leitura de duas notícias sobre as consequências da falta de energia elétrica Parte 2 – Leitura de um texto com uma analogia entre o sistema circulatório e o circuito elétrico
2	Visualização de uma banda desenhada sobre a condutibilidade elétrica de vários materiais
3	Leitura de um texto em que os alunos imaginam que trabalham num departamento de engenharia de uma fábrica de brinquedos.
4	Parte 1 – Leitura de um texto sobre a invenção da pilha de Volta Parte 2 – Leitura de uma banda desenhada sobre a construção de uma pilha através de um limão Parte 3 – Visualização de uma imagem com dois circuitos, um com uma associação de lâmpadas em série e outro com uma associação de lâmpadas em paralelo acompanhada de um pequeno texto
5	Leitura do excerto de um texto adaptado da revista Quero Saber

Tarefa	Fase de Exploração
1	Parte 1 – Organização e seleção de informação Parte 2 – Organização e seleção de informação; planeamento de um circuito elétrico e sua representação; montagem do circuito elétrico planeado.
2	Identificação do problema proposto, formulação de hipóteses explicativas, planificação e execução da atividade laboratorial; organização e discussão dos dados obtidos.
3	Identificação do problema proposto; representação dos dois circuitos elétricos; planificação e execução da atividade laboratorial; organização e discussão dos dados obtidos
4	Parte 1 – organização e seleção de informação Parte 2 e parte 3 - Identificação do problema proposto, formulação de hipóteses explicativas, planificação e execução da atividade laboratorial; organização e discussão dos dados obtidos.
5	Pesquisa, organização e seleção de informação, planificação e execução da atividade laboratorial; organização e discussão dos dados obtidos

Tarefa	Fase de Explicação
1, 2, 3, 4 e 5	Apresentação e discussão coletiva das conclusões a que os alunos chegaram, fundamentadas com as suas observações.

Tarefas	Fase de Ampliação
1	Questão sobre o sentido da corrente elétrica.
2	Questão sobre uma aplicação da corrente elétrica da atualidade; questão sobre a condutibilidade elétrica do corpo humano.
3	Questão sobre a associação de recetores mais útil numa habitação.
5	Questão sobre a regulação da luminosidade num candeeiro.

Tarefas	Fase de Avaliação
1, 2, 3, 4 e 5	Questões de reflexão sobre as aprendizagens realizadas e dificuldades sentidas durante a realização das tarefas

Avaliação

De acordo com as Orientações Curriculares para o 3.º Ciclo do Ensino Básico, a avaliação formativa corresponde à principal forma de avaliação, assumindo um carácter contínuo e sistemático do processo de ensino e aprendizagem “[A avaliação] deve influenciar positivamente o ensino e a aprendizagem da Ciência, isto é, deve ter um fim formativo, encorajando professores e alunos a incidirem, de um modo claro, nos aspetos mais

importantes da aprendizagem e em atividades relacionadas com o desenvolvimento de competências de diferentes domínios” (Galvão, et al., 2001, p. 8)

Assim sendo, a avaliação deve ser dirigida para o aluno, permitindo que este se torne consciente do seu processo de aprendizagem e do seu papel ativo. Pretende-se que este tipo de avaliação se descentre dos resultados e dê ênfase aos processos de aprendizagem, promovendo desta forma um papel mais ativo por parte do aluno e do professor (Pinto & Santos, 2006). A avaliação formativa apresenta-se em duas formas distintas, por um lado, uma dimensão diagnóstica e, por outro, uma dimensão formativa, pois utiliza instrumentos e procedimentos que permitem compreender o estado das aprendizagens realizadas. Apresenta também um carácter autorregulador, no qual o aluno é envolvido de forma consciente, sistemática e refletida, através da organização e avaliação, na sua própria aprendizagem. Neste tipo de avaliação a relação entre aluno e professor é de grande importância, uma vez que o professor regula as aprendizagens dos alunos para que este consiga ultrapassar as dificuldades (Leite & Fernandes, 2002).

De acordo com Freire (2005), a avaliação formativa permite fornecer informação que posteriormente é utilizada para adaptar as atividades de ensino às necessidades de aprendizagem reveladas pelos alunos, assumindo um papel regulador do processo ensino e aprendizagem, que irá contribuir para um ensino de qualidade. Neste tipo de avaliação formativa de carácter regulador, o erro assume grande relevância, pois através dele consegue-se aceder aos processos de raciocínio do aluno, possibilitando que o professor dê ao aluno um *feedback* ativo e positivo, contribuindo para que este aprenda através do erro e melhore as suas aprendizagens. Desse modo, torna-se um agente ativo na construção da sua aprendizagem (Pinto & Santos, 2006; Black & Wiliam, 2010). A avaliação das tarefas construídas pretende ir ao encontro do referido anteriormente, pois focaliza-se em atividades desenvolvidas em grupo e de acordo com critérios que promovem o desenvolvimento de competências essenciais para a promoção da literacia científica. Assim, são utilizados instrumentos de avaliação (Apêndice C) com descritores para cada tipo de questão existente nas tarefas, adaptados de Galvão, Reis, Freire e Oliveira (2006).

CAPÍTULO IV

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Este trabalho tem como objetivo conhecer como trabalho laboratorial do tipo investigativo promove a aprendizagem do tema corrente elétrica e circuitos elétricos, utilizando uma metodologia de investigação qualitativa. Os dados foram recolhidos e analisados com o objetivo de conhecer que evolução ocorre nas conceções dos alunos sobre corrente elétrica e circuitos elétricos, quais as aprendizagens no domínio processual e que estratégias utilizam os alunos quando envolvidos em tarefas laboratoriais do tipo investigativo e que avaliação fazem do uso das tarefas laboratoriais do tipo investigativo. Assim, o presente capítulo encontra-se dividido em quatro secções: método de investigação, recolha de dados, participantes e análise de dados.

Método de investigação

O termo investigação deriva do latim *investigatio* (*in+vestigium*), *in* significando uma ação de entrar e *vestigium* correspondendo a vestígio, marca, sinal. Segundo Sousa (2005) (citado por Bento, 2012) investigar refere-se, em termos etimológicos, em entrar nos vestígios, em procurar nos sinais o conhecimento daquilo que os provocou.

A investigação quantitativa e qualitativa aludem a duas tradições diferentes de investigação, cada uma com a sua terminologia, métodos e técnicas. É importante referir quais as filosofias em que cada um dos paradigmas de investigação assenta. O positivismo de Augusto Comte fundamenta o paradigma quantitativo, pois considera que existe uma realidade objetiva que o investigador tem de ser capaz de interpretar objetivamente, ou seja, cada fenómeno deverá ter uma e só uma interpretação objetiva. O idealismo de Kant está na base do paradigma qualitativo, pois aqui não se considera a existência de só uma explicação da realidade, pelo contrário, admite-se que existem tantas explicações quantos os investigadores que a procuram explicar (Fernandes, 1991).

A investigação quantitativa tem como ponto-chave determinar até que ponto os resultados obtidos são generalizáveis à população. Assim, implica sempre a utilização de técnicas mais ou menos sofisticadas para selecionar e dimensionar amostras experimentais, portanto a seleção dos sujeitos tem obrigatoriamente de ser aleatória para que se possam generalizar os resultados da investigação. Há inegáveis vantagens para o desenvolvimento do

ensino na generalização de certos resultados da investigação obtidos a partir de estudos com amostras de apenas alguns sujeitos. Segundo Liora Bresler (2000), o estudo quantitativo ocorre de forma a possibilitar o estudo simultâneo de vários casos diferentes colocando assim a investigação quantitativa numa posição favorável à realização de generalizações formais acerca do ensino e da aprendizagem.

No entanto, a investigação quantitativa também apresenta limitações, uma das quais está relacionada com a dificuldade sentida pelo investigador em trabalhar com seres humanos. O investigador é incapaz de controlar certos aspetos, nomeadamente a variável ou variáveis independentes, seja por natureza de razões prática, ética ou outra. Assim, a questão do controle é seguramente uma limitação deste método, pois a sua ausência afeta o grau de generalização. Devido aos requisitos deste tipo de investigação, as investigações em educação raramente têm lugar em ambiente natural, livre de constrangimentos, tais como o tempo. Outra limitação importante é a dificuldade das avaliações feitas pelos investigadores com instrumentos nem sempre válidos e fiáveis, assim as comparações entre grupos de sujeitos torna-se difícil ou mesmo impossível (Fernandes, 1991).

A investigação qualitativa tem na sua essência, segundo Bogdan e Biklen (1994), cinco características: (1) a fonte direta dos dados é o ambiente natural e o investigador é o principal agente na recolha desses mesmos dados; (2) os dados que o investigador recolhe são essencialmente de carácter descritivo; (3) os investigadores que utilizam metodologias qualitativas interessam-se mais pelo processo em si do que propriamente pelos resultados; (4) a análise de dados é feita de forma indutiva; (5) o investigador interessa-se, acima de tudo, por tentar compreender o significado que os participantes atribuem as suas experiências.

Assim, ainda segundo estes autores, os investigadores qualitativos privilegiam essencialmente a compreensão de comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação, os dados são recolhidos em função de um contacto profundo com os indivíduos, nos seus contextos naturais. Estes dados são sempre ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas. Na área da educação a investigação qualitativa é frequentemente considerada de naturalista, pois o investigador visita os locais onde naturalmente se verificam os fenómenos nos quais está interessado.

Uma das vantagens da investigação qualitativa relaciona-se com a oportunidade de gerar boas hipóteses de investigação, pois utilizam-se técnicas, tais como, entrevistas, observação e análise de documentos. Este tipo de investigação proporciona informação acerca do ensino e aprendizagem que de outra forma não se poderia obter, podendo identificar-se variáveis relevantes para o estudo do ensino e aprendizagem que não são

facilmente perceptíveis através da utilização dos métodos de investigação quantitativa. (Fernandes, 1991)

Contudo, a investigação qualitativa também apresenta as suas limitações. Segundo Fernandes (1991), a objetividade é o grande problema da investigação qualitativa, neste tipo de investigação existe uma forte componente de observações que, inevitavelmente, irá traduzir as convicções e atitudes do investigador. Outra dificuldade inerente prende-se com o tempo que é normalmente requerido neste tipo de investigação, as observações prolongadas requerem uma dedicação por parte dos investigadores que nem sempre é viável em termos práticos ou financeiros.

Na investigação qualitativa são utilizadas várias técnicas de recolha de dados, que serão descritas na secção seguinte, a saber: a observação, a entrevista e os documentos escritos. No presente trabalho são utilizados diferentes instrumentos de recolha de dados, uma vez que uma das limitações deste tipo de investigação prende-se com a objetividade das observações realizadas, desta forma, a utilização de diferentes métodos de recolha de dados irá permitir a triangulação de dados com o objetivo de validar respostas e conclusões.

Recolha de dados

Neste trabalho foram recolhidos dados através da observação participante, documentos escritos (produção escrita dos alunos referente às repostas às tarefas, reflexões realizadas após cada tarefa e respostas ao pré e pós teste) e realização de entrevista em grupo focado.

Observação

A observação é fundamentalmente naturalista pois envolve a mediação do comportamento dos sujeitos em meio natural, pelo que os sujeitos são observados sem limitações de movimento ou ação. A observação não é simplesmente observar, pois requer um plano estruturado e, neste sentido, tem a mesma complexidade que os outros métodos. Os dados são recolhidos na forma de notas de campo. As notas de campo apresentam duas dimensões: a descritiva e a refletiva. Na dimensão descritiva, o investigador faz o registo mais objetivamente possível daquilo que observou. Na dimensão reflexiva o investigador regista a sua análise pessoal do que observou (Bogdan & Biklen, 1991).

Existem diferentes abordagens de observação, a observação não participante e a observação participante. A observação participante é por norma utilizada quando se pretende estudar uma população por um longo período de tempo, assim é importante que o

investigador se envolva no contexto social da população que pretende estudar. O observador não participante atua unicamente como espetador, abstendo-se de qualquer contato com a população observada (Tavares & Martins, 2004/2005).

Em relação à estrutura da observação, esta divide-se em três categorias: observação estruturada, observação semiestruturada e observação não estruturada. Na observação estruturada, o observador já definiu previamente as categorias do que vai observar. Já na observação semiestruturada, o observador tem algumas categorias pré-definidas, mas está aberto ao aparecimento de novas categorias. Na observação não estruturada, o observador procede espontaneamente e observa livremente para depois decidir o que pode ser significativo para a pesquisa (Cohen et al., 2000).

No âmbito deste trabalho, realizou-se observação das aulas lecionadas, recorrendo-se à gravação vídeo das aulas e gravação áudio de dois grupos por aula, registando-se desta forma, a interação entre alunos e entre alunos e professora. As notas de campo resultam da observação realizada pela professora e são registadas logo a seguir aula. Estas notas surgem do processo de reflexão da professora sobre as dificuldades sentidas e aprendizagens realizadas pelos alunos no desenvolvimento das tarefas.

Entrevista

A entrevista constitui outra técnica de recolha de dados na investigação qualitativa, esta desenvolve-se num contexto formal e subsiste na interação verbal entre o entrevistador e o entrevistado (Afonso, 2005). A entrevista tem como objetivo captar múltiplas realidades ou perceções de uma situação e ajudam na interpretação do que está a acontecer, são também uteis para o investigador ter acesso a observações que não consegue fazer diretamente (Bresler, 2000)

A entrevista apresenta-se de três formas distintas em estruturada, não estruturada e semiestruturada. A forma estruturada é utilizada quando se pretende obter informação quantificável de um elevado número de entrevistados, para posteriormente se proceder ao seu tratamento estatístico. Assim as perguntas são preestabelecidas dentro de um conjunto limitado de respostas, estas são registadas de acordo com um esquema de codificação também preestabelecido (Afonso, 2005). Esta apresenta algumas vantagens tais como: a sua utilização pode ser usada por vários entrevistadores ao mesmo tempo; permite a comparação de respostas; reduz o efeito de enviesamento pelo entrevistador; facilita a organização e análise dos dados; a sua realização é efetuada em tempo reduzido e permite a replicação do estudo. Como principais desvantagens apresenta menor flexibilização de adequação e

adaptação das questões à individualidade do sujeito; pouca riqueza dos dados, maior artificialidade e não permite o aprofundamento de questões nem a introdução de questões não previstas.

Segundo Afonso (2005), a entrevista não estruturada tem como principal objetivo compreender o comportamento complexo e os significados construídos pelo sujeito sem que seja imposta uma categorização exterior. Este género desenvolve-se à volta de temas ou grandes questões, sem perguntas específicas e respostas codificadas. Pretende-se que a informação recolhida tenha um caráter extensivo, abrangendo um grande número de temas. Por outro lado, este tipo de entrevista pode desenvolver-se no sentido da recolha de informação sobre factos, opiniões e representações do entrevistado. Para levar a cabo este género de entrevista, o entrevistador tem de ter grande experiência, para que possa estabelecer e garantir uma boa relação de confiança, empatia e segurança com o entrevistado. Assim o entrevistador tem de saber ouvir, não interrompendo a linha de pensamento do entrevistado, aceitar as pausas e ter uma atitude de neutralidade e empática. Na entrevista não estruturada as perguntas devem ser abertas.

Num formato intermédio entre as entrevistas estruturadas e não estruturadas apresentam-se as entrevistas semiestruturadas. O modelo desta entrevista é o da entrevista não estruturada, sendo que estas são conduzidas a partir de um guião que é o instrumento de gestão deste tipo de entrevista. O guião deve conter os eixos de análise do que se pretende estudar, ou seja, devem ser preestabelecidos objetivos e partir destes construídas as questões a realizar. (Afonso, 2005)

A entrevista de grupo focado é um método de recolha de dados com tradição de uso nas ciências sociais, que consiste na condução de uma entrevista por um moderador a um grupo de participantes, com base num roteiro, o guião. Este método caracteriza-se pela constituição de pequenos grupos de indivíduos, entre seis a dez, com o objetivo de debater um tema em profundidade, mas sem que se tenha de atingir um consenso ou tomada de decisão. (Patton, 2002)

Segundo Krueger e Casey (2009, citados por Proença, 2012) este método possui cinco características principais:

- (i) A participação de um grupo e não de indivíduos, pelo que os dados recolhidos são do grupo e não opiniões individuais; (ii) Os participantes possuem características comuns que trazem homogeneidade ao grupo e que proporcionam a interação entre os participantes e o surgimento de um debate rico em dados; (iii) Os dados obtidos são de natureza qualitativa sob a forma de diferentes opiniões e perspetivas, que podem levar, ou não, a uma opinião consensual. Não se pretende chegar a uma conclusão ou resultado final, daí a natureza aberta das questões colocadas pelo entrevistador; (iv) A entrevista

promove uma discussão focalizada num determinado assunto. Apesar de serem colocadas questões abertas, estas são estruturadas num guião que proporciona uma sequência lógica e um fio condutor a toda a discussão. (v) A discussão tem como objetivo ajudar à compreensão de um determinado tópico na perspetiva dos participantes. (Proença, 2012, p. 74)

Torna-se assim evidente que o principal objetivo deste tipo de entrevista, não é a chegada a um consenso, mas sim a obtenção de dados sobre um determinado tema, num contexto social onde os indivíduos podem considerar os seus pontos de vista tendo o conhecimento dos restantes pontos de vistas dos outros participantes. Desta forma este método permite um grande volume de dados, que podem ser classificados de acordo com diversos critérios, comparados entre si, comparados com a literatura ou analisados de diversas outras formas (Patton, 2002).

Neste género de entrevista é atribuído ao entrevistador o papel adicional de moderador, tendo este o papel chave na condução do estudo, este deve saber como fazer as perguntas, como sondar a informação e principalmente tornar os membros do grupo confortáveis para manifestarem as suas opiniões. Assim segundo os autores, Greenbaum, Churchill e Nielsen (citados por Ribeiro & Newmann, 2012) o moderador de grupo focado deve apresentar as seguintes dez características:

- a) Possuir aprendizagem rápida: o moderador deve ser capaz de aprender rapidamente e incorporar novos materiais em seu pensamento e vocabulário. (...). Também deve ser capaz de rapidamente absorver e compreender o que os participantes dos *grupos focados* querem dizer.
- b) Ser um líder amigável: o moderador pode desenvolver rápida concordância com os respondentes do grupo. Ele deve ser visto pelo grupo como a autoridade, mas também como o tipo de pessoa com quem eles gostariam de ter uma conversa informal. Se o moderador é visto como sendo amigável, ele ou ela trarão à tona mais honestidade nas respostas do grupo, o que pode não ocorrer se ele tiver uma postura ameaçadora ou ditatorial.
- c) Ser esclarecido mas não todo-conhecedor da verdade: o moderador deverá comunicar ao grupo que ele possui algum conhecimento sobre o tema em análise, mas não é um *expert*. Se os membros do grupo vêem o moderador como um *expert*, eles o questionarão em vez de responder ou discutir os pontos planeados. (...)
- d) Possuir uma excelente memória: o moderador necessita ter excelente memória para ser capaz de interligar diferentes respostas que são geradas durante todo o tempo da reunião. Para tanto, deve ser capaz de lembrar informações chaves relatadas voluntariamente por cada participante durante a sessão, de modo que afirmações feitas posteriormente possam ser checadas, para ver se há consistência nos pontos de vista dos participantes.
- e) Ser um bom ouvinte: o moderador deve ter a habilidade de ouvir toda a informação que as pessoas dizem, em termos de conteúdo e implicações.
- f) Ser um facilitador, não um ator: o objetivo do grupo é obter informações dos participantes (...)

- g) Ser flexível: o moderador deve ser flexível durante a sessão, respeitando o fluxo da discussão. Alguns moderadores seguem tão rigorosamente o roteiro estabelecido que rompem o fluxo natural da discussão para assegurar que cada ponto do esquema seja coberto antes de ir para um novo item. O roteiro é simplesmente um esquema e frequentemente é mais efetivo desviar da ordem predefinida para obter respostas que enriquecem a discussão. Um moderador efetivo deve ser suficientemente flexível para fazer isso.
- h) Ser empático: o moderador deve ser um indivíduo capaz de estabelecer uma conexão com cada participante. Deve ser capaz de identificar o nervosismo de alguns participantes do grupo, alterando a ordem dos respondentes para deixá-lo mais a vontade. Se o participante acredita que o moderador compreende sua situação, esta pessoa provavelmente participará ativamente das discussões do grupo.
- i) Ter uma visão geral do quadro: o moderador deve ser capaz de separar as observações importantes de uma sessão das menos importantes(...).
- j) Ser um bom relator: (...). Assim sendo, o moderador deve ser qualificado para escrever claramente resumos concisos (...) (Ribeiro & Newmann, 2012, p. 6?)

Como todos os métodos, também este apresenta vantagens e desvantagens. A nível das vantagens pode-se salientar o volume de dados coletados num curto espaço de tempo, o facto de ser um método rápido, económico e eficiente para obter informação, a experiência é geralmente bastante positiva para o grupo; facilita a discussão entre os participantes; os membros do grupo têm a possibilidade de ouvir diversos pontos de vista (Ribeiro & Newmann, 2012)

Em termos de desvantagens, evidenciam-se a hesitação que podem apresentar alguns participantes em expor as suas ideias pois podem se sentir avaliados ou julgados pelos outros, pode acontecer que um ou mais participantes monopolizem a discussão, uma opinião pode prevalecer no grupo, a intervenção de vários participantes e a ocorrência de conversas paralelas pode resultar numa sobreposição de vozes, o que torna a transcrição deste tipo de entrevista muito difícil. Outra crítica apontada é a de que a análise deste tipo de dados pode consumir muito tempo e recursos e a entrevista não é realizada em ambiente natural (Patton, 2002; Proença, 2012; Ribeiro & Newmann, 2012).

O guião deste tipo de entrevista deve ser estruturado, segundo Krueger e Casey (2009, citados por Proença, 2012), por cinco categorias de questões. A primeira categoria visa colocar os participantes da entrevista confortáveis e com vontade de participar, na segunda categoria corresponde à introdução sobre o tema em estudo, esta juntamente com a terceira categoria permitem a estruturação da entrevista e fornecem uma ligação lógica entre a quarta categoria, denominada de questões chave. As questões chave serão aquelas que demonstram o que realmente o investigador está interessado em saber e constituirão a principal fonte de debate entre os participantes. A entrevista deve terminar com a quinta

categoria onde se conclui o debate e permitindo aos participantes refletirem sobre os comentários feitos (Proença, 2012).

Neste trabalho, foram realizadas duas entrevistas em grupo focado. A turma foi dividida em dois grupos, primeiro grupo com 12 alunos e o segundo grupo com 17 alunos (turno 1 e turno 2), que não correspondem aos turnos em que a turma se divide normalmente. A duração das entrevistas foi de aproximadamente 15 minutos em cada turno e foi realizada na escola. O guião da entrevista encontra-se no apêndice E.

Documentos escritos

Os documentos escritos ainda que não sejam tão utilizados, como os instrumentos referidos anteriormente, fazem parte dos instrumentos de recolha de dados da investigação qualitativa. Estes podem ajudar a complementar informações sobre o estudo ou até a clarificar algumas questões menos bem exploradas na entrevista. Os documentos escritos são os materiais que os sujeitos escrevem por si próprios (Bogdan & Biklen, 1994). Segundo Phillips (1974) (citado por Lüdke & André, 1986) são considerados documentos escritos quaisquer materiais que possam ser usados como fonte de informação do comportamento humano.

Bogdan e Biklen (1994) consideram dois tipos de documentos escritos, os documentos pessoais que englobam “qualquer narrativa feita na primeira pessoa que descreve ações, experiências e crenças do indivíduo” (p. 177) e os documentos oficiais que são documentos que estão disponíveis ao investigador tais como documentos internos, comunicações externas, registos sobre os estudantes e ficheiros pessoais (Bogdan e Biklen, 1994).

Guba e Lincon (1981, citados por Lüdke & André, 1986) destacam inúmeras vantagens para o uso de documentos na investigação qualitativa, pois estes constituem-se uma fonte estável e rica que prevalece ao longo do tempo podendo assim ser consultada várias vezes. Mais, não são apenas uma fonte de informação contextualizada, que surge num determinado contexto e fornece informações sobre esse contexto, representando uma fonte “natural” de informação.

Neste trabalho utilizam-se os dois tipos de documentos descritos por Bogdan e Biklen (1994). Os documentos pessoais constituídos pelos registos escritos dos alunos nas tarefas (identificados pelo grupo de 1 a 8), as reflexões dos alunos realizadas em cada tarefa e o questionário (pré teste e pós teste), identificados por aluno de A1 a A30. O questionário (Apêndice D) foi aplicado no início (pré teste) e no final da investigação (pós teste) para

detetar se existiu mudança de concepções dos alunos com a realização da intervenção. Este foi construído com o intuito de perceber quais as concepções dos alunos relativamente a: circuitos elétricos, corrente elétrica, tensão elétrica e condutibilidade elétrica. A questão 1 foi adaptada de Hayson e Bowen (2010), a questão 2 adaptada de Keeley e Harrington (2014) e a terceira questão adaptada de Lutkus, Lauko e Brockway (2006). Os documentos oficiais dizem respeito às fichas de registo dos alunos que constam do dossier de direção de turma e que permitiram a realização da caracterização da turma.

Participantes

A escola

A escola onde vai ser realizada a intervenção é uma escola do 3.º ciclo do ensino básico e ensino secundário do distrito de Lisboa. É uma escola com fácil acesso através da rede de transportes públicos. A escola é composta por dois blocos principais de três pisos cada e dois pavilhões ginodesportivos de dois andares.

No primeiro bloco a que se tem acesso a partir da entrada da escola, estão localizadas salas de aula, e quase todas as infraestruturas e serviços. No segundo bloco, para além de salas de aulas normais, encontram-se as salas de artes, as salas dedicadas ao apoio especial e a alunos com necessidades educativas especiais. Toda a escola está dotada de acessibilidades para pessoas com mobilidade reduzida.

A escola possui dois laboratórios de física e dois laboratórios de química e um laboratório de física e química que se encontram interligados e servidos de quatro salas de preparação. Todos os laboratórios estão equipados com bastante material, quadros brancos deslizantes, computador e projetor.

As salas de aula têm média 30 lugares, possuem boa iluminação natural, excelentes condições, com basicamente todo o material, equipamentos e mobiliário novos, todas estão equipadas com computador com ligação à internet e videoprojector e algumas têm quadro interativo.

A turma

A turma participante nesta investigação é constituída por 30 alunos, sendo treze raparigas e dezasseis rapazes. As idades dos alunos desta turma situam-se entre os catorze e os dezasseis anos de idade. Dos 30 alunos da turma apenas quatro são repetentes do 9.º ano de escolaridade, outros há que reprovaram em anos de escolaridade anteriores. Dois alunos da turma estão inseridos no ensino articulado. No que concerne à escolaridade dos encarregados de educação dos alunos, a grande maioria concluiu o 3.º ciclo do ensino básico. A turma apresenta, no geral, um fraco rendimento escolar reflexo do comportamento bastante imaturo dos alunos.

Análise de dados

Analisar os dados qualitativos significa “trabalhar” todo o material obtido durante a investigação (Lüdke & André, 1986), ou seja, significa interpretar e dar sentido ao material de que se dispõe a partir da recolha de dados (Bogdan & Biklen, 1994). Segundo Bogdan e Biklen (1994), analisar os dados recolhidos implica a sua organização e divisão em unidades manipuláveis, procurando identificar tendências e padrões relevantes para o objeto de estudo. À medida que se desenrola esta análise repetem-se ou destacam-se frases que conduzem ao desenvolvimento de um sistema de codificação em categorias. A categorização oferece alternativas ou sugestões acerca do que procurar, não sendo estáticas a qualquer momento podem ser alteradas ou ajustadas, podendo até surgir novas categorias de análise.

Da análise dos dados recolhidos procedeu-se à sua categorização, por forma a dar resposta às questões em estudo. Relativamente à primeira questão em estudo, que se relacionava com a evolução das conceções dos alunos sobre corrente elétrica e circuitos elétricos através do desenvolvimento de tarefas de trabalho laboratorial de investigação, emergiram quatro categorias de análise: (i) circuitos elétricos; (ii) corrente elétrica; (iii) tensão elétrica; e (iv) condutibilidade elétrica. Com a segunda questão orientadora deste trabalho pretendia-se compreender quais as aprendizagens que os alunos realizam no domínio processual e quais as estratégias que os alunos utilizam quando estão envolvidos em tarefas de trabalho laboratorial do tipo investigativo. Apresentam-se as categorias: conhecimento processual e estratégias. A categoria conhecimento processual, foi dividida em quatro subcategorias, que estão de acordo com as competências processuais preconizadas nas Orientações Curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico (Galvão, et al., 2001), são elas: (i) planear experiências; (ii) construir representações; (iii) construir tabelas e (iv) tirar conclusões. A categoria estratégias foi dividida em três subcategorias: discussão em turma, discussão em

grupo e *feedback* da professora. Para dar resposta à terceira questão orientadora deste trabalho surge uma única categoria de análise: gosto e interesse. Em seguida apresenta-se no quadro 4.1 as categorias e subcategorias de análise para cada uma das questões orientadoras.

Quadro 4.1

Categorias e subcategorias para as questões em estudo

Questões	Categorias	Subcategorias
Que evolução ocorre nas conceções dos alunos sobre circuitos elétricos e corrente elétrica através do trabalho laboratorial de investigação?	Circuitos elétricos	
	Corrente elétrica	
	Tensão elétrica	
	Condutibilidade elétrica	
Que aprendizagens, no domínio processual, realizam os alunos quando estão envolvidos trabalho laboratorial de investigação?	Conhecimento processual	Planear experiências
		Construir representações
		Construir tabelas
		Tirar conclusões
E que estratégias facilitaram essas aprendizagens?	Estratégias	Discussão em grupo
		Discussão em turma
		Feedback da professora
Que avaliação fazem os alunos às tarefas que envolvem trabalho laboratorial de investigação?	Gosto e interesse	

CAPÍTULO V

RESULTADOS

No presente capítulo pretende-se apresentar os resultados obtidos que visam dar resposta às três questões orientadoras deste trabalho. Assim, encontra-se dividido em três secções. A primeira secção diz respeito à evolução das concepções dos alunos sobre corrente elétrica e circuitos elétricos através do desenvolvimento de tarefas de trabalho laboratorial de cariz investigativo; a segunda secção refere-se às aprendizagens desenvolvidas, ao nível processual, e as estratégias que os alunos utilizam quando estão envolvidos em tarefas de trabalho laboratorial do tipo investigativo e, por fim, uma secção dedicada à avaliação que os alunos fazem a este tipo de tarefas.

Evolução das concepções dos alunos sobre corrente elétrica e circuitos elétricos

Efetuada a análise às respostas dadas pelos alunos ao pré teste e pós teste realizados, no início e no final da intervenção, e aos documentos escritos produzidos pelos alunos durante a realização das tarefas, emergiram quatro categorias de análise: (i) circuitos elétricos; (ii) corrente elétrica; (iii) tensão elétrica; e (iv) condutibilidade elétrica.

Circuitos elétricos

O conceito circuito elétrico é muito abrangente e está presente em todas as tarefas desenvolvidas. A primeira questão do questionário relaciona-se com a distinção entre circuito elétrico fechado e aberto, tendo os alunos que identificar quais os esquemas em que o circuito se encontra fechado e explicar a sua resposta. Verifica-se, pela análise do gráfico da figura 5.1, que existiu uma evolução nas concepções dos alunos em relação a este conceito, entre os resultados do pré teste (82,8%) e do pós teste (100%), sendo que no final da intervenção todos os alunos reconhecem a necessidade da existência de um circuito fechado para que a lâmpada acenda.

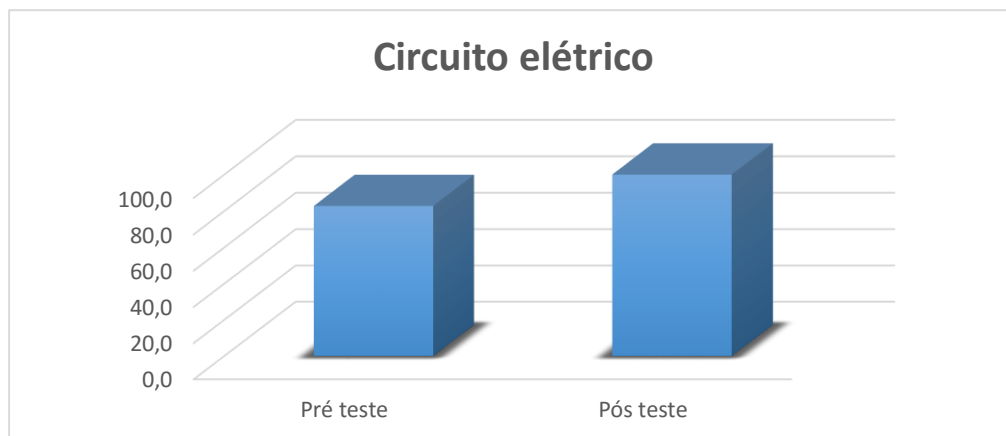


Figura 5.1. – Gráfico da evolução das concepções dos alunos acerca do conceito de circuito elétrico.

Nos excertos seguintes, referentes às respostas do pré teste, os alunos reconhecem a necessidade da existência de um circuito elétrico fechado para que a lâmpada acenda, contudo não conseguem explicar cientificamente a sua escolha.

b, c, porque têm fio de ligação.

(Documentos escritos, pré teste, A8)

C porque todas as ligações estão feitas.

(Documentos escritos, pré teste, A14)

Da análise dos excertos anteriores, retirados do pré teste, é possível constatar que os alunos têm a noção da necessidade de existir ligação entre a pilha e a lâmpada, ou seja, a necessidade de criar um circuito elétrico fechado, dado referirem “todas as ligações estão feitas”, mas não conseguem explicar utilizando os termos científicos adequados.

Ao longo das tarefas é possível verificar a evolução da mobilização do conceito circuito elétrico, como é perceptível nos excertos seguintes referentes à primeira tarefa:

é preciso uma fonte de energia tal como uma pilha de seguida são necessários fios que possam transportar cargas elétricas, que sejam ligadas à lâmpada, e ~~de~~ depois por fim podemos observar a lâmpada a acender.

(Documentos escritos, grupo 7, tarefa 1)

• Um circuito elétrico é um percurso fechado para a corrente elétrica.

(Documentos escritos, tarefa 1, A11)

O primeiro excerto diz respeito à primeira questão da parte dois da tarefa 1, em que se pedia aos alunos que descrevessem os dispositivos necessários para a construção de um circuito elétrico que permitisse acender e apagar uma lâmpada. Neste excerto, exemplificativo das respostas dadas pelos vários grupos, fica evidente que os alunos conseguem identificar os dispositivos elétricos necessários à construção do circuito elétrico, bem como a sua respetiva função no circuito elétrico. O segundo excerto corresponde à reflexão de um aluno sobre as aprendizagens realizadas na tarefa 1, em que o aluno define circuito elétrico fechado, afirmando que este “é um percurso fechado para a corrente elétrica”. O aluno com esta afirmação demonstra ter compreendido que para que exista corrente elétrica num circuito este tem de estar fechado caso contrário a corrente não flui no circuito.

A tarefa 3 tinha como grande objetivo a distinção entre os dois tipos de associações de recetores, série e paralelo, em circuitos elétricos. A análise às conclusões dos vários grupos no final desta tarefa é reveladora de que estes percebem a distinção entre os dois tipos de associação e conseguem distinguir circuito elétrico aberto de circuito elétrico fechado.

Quando desarmarmos uma lâmpada o circuito fica aberto e as lâmpadas não acendem. Quando o interruptor se encontra fechado as lâmpadas acendem-se em simultâneo, e assim, quando está aberto, e as lâmpadas não acendem.
No circuito B, quando fechamos um dos interruptores apenas duas lâmpadas acendem independentemente da lâmpada estar apagada.
Vai mais além...

(Documentos escritos, grupo 1, tarefa 3)

No excerto anterior, é possível constatar que os alunos conseguem distinguir os dois tipos de associações de recetores, explicando o que acontece em cada um quando se desenrosca uma lâmpada ou se abre ou fecha um interruptor, mostrando desta forma que compreendem o conceito de circuito elétrico aberto e fechado e de que quando o circuito está fechado este permite a passagem de corrente elétrica.

No final da intervenção, os alunos realizaram o pós teste. Pela análise das respostas dadas à questão um é possível confirmar a evolução dos alunos na conceção que tinham acerca de circuito elétrico. Os alunos compreendem o conceito científico circuito elétrico, bem como tentam explicar cientificamente o mesmo.

A lâmpada irá se acender nos esquemas b e c, porque o esquema está fechado.

(Documentos escritos, pós teste, A1)

é a c) porque a lâmpada está em contacto com o polo negativo da pilha e o fio condutor está ligado ao polo positivo da pilha e depois liga a lâmpada criando um circuito eléctrico

(Documentos escritos, pós teste, A27)

No primeiro excerto, o aluno identifica que ambos os esquemas b e c permitem acender a lâmpada pois o “esquema está fechado”. Deste modo, o aluno refere que o circuito está fechado, assim permite a existência de corrente elétrica e a lâmpada acende. No segundo excerto, o aluno identifica o esquema c como o que irá acender a lâmpada e é evidente a tentativa de explicar cientificamente o circuito elétrico representado na imagem, utilizando os termos “polo negativo”, “polo positivo” e “circuito elétrico”. Torna-se evidente a evolução dos alunos em termos da mobilização do conceito científico circuito elétrico, bem como a aquisição de linguagem científica adequada para explicar o fenómeno em causa.

Corrente elétrica

A questão dois pretendia avaliar as concepções que os alunos tinham acerca do conceito científico corrente elétrica. Observando a figura 5.2, também nesta questão é notória a evolução entre os resultados obtidos no pré teste (13,8%) e os resultados obtidos no pós teste (31%).

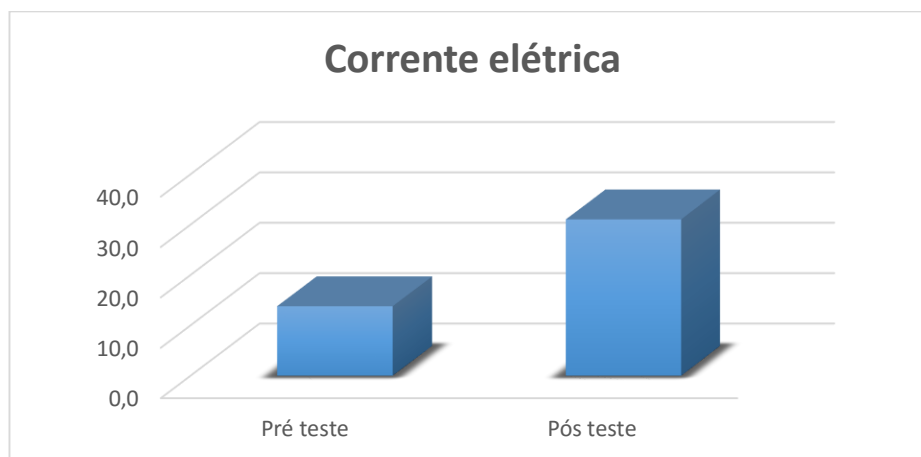


Figura 5.2. – Gráfico da evolução das concepções dos alunos acerca do conceito corrente elétrica.

Nesta questão os alunos eram confrontados com uma imagem de um circuito elétrico com uma associação de duas lâmpadas em série e a opinião de dois alunos acerca do brilho das lâmpadas. Apenas uma pequena percentagem (13,8%) de alunos identifica a opinião correta e tenta explicá-la, fundamentando a sua resposta no conceito corrente elétrica.

Eu concordo com o Afonso, porque o circuito e a eletricidade será o mesmo para as 2 lâmpadas.

(Documentos escritos, pré teste, A28)

Neste excerto de resposta dada no pré teste, verifica-se que o aluno considera que o brilho das duas lâmpadas no circuito em série é o mesmo. No entanto, não consegue explicar cientificamente a sua opção, é ainda notória a confusão que muitos alunos apresentam na utilização do termo eletricidade como sinónimo de corrente elétrica.

O conceito corrente elétrica foi abordado na tarefa 4, em que se pretendia que os alunos compreendessem como varia o valor da corrente elétrica nos circuitos elétricos com associações de recetores em série e em paralelo. Após análise das conclusões, referentes a esta tarefa, parece evidente que os alunos assimilaram este conceito científico e conseguem relaciona-lo com os diferentes tipos de associações de recetores.

Nas associações em paralelo a corrente elétrica do circuito principal é igual à soma da corrente que passa na primeira ramificação com a segunda ramificação.

(Documentos escritos, grupo 1, tarefa 4)

No excerto anterior, os alunos explicam que num circuito elétrico com associações de recetores em paralelo, “a corrente elétrica do circuito principal é igual à soma da corrente que passa na primeira ramificação com a segunda ramificação”, esta afirmação demonstra que os alunos assimilaram o conceito corrente elétrica e de que conseguem explicar corretamente como varia a corrente elétrica neste tipo de associações. Os alunos ao referirem que a soma da corrente elétrica, que passa nas ramificações, é igual à corrente elétrica que percorre a ramificação principal, mostram compreensão de que neste tipo de associação a corrente elétrica percorre vários “caminhos” e não só um único “caminho” como na associação em série.

(associação em série)
- No circuito 1, ambas as lâmpadas têm o mesmo valor de corrente elétrica.
- No circuito 2, as lâmpadas têm valores diferentes de corrente elétrica.
(associação em paralelo)

(Documentos escritos, grupo 4, tarefa 4)

Neste excerto, os alunos identificam como varia a corrente elétrica nos dois tipos de associações, afirmando que no circuito em série “ambas as lâmpadas têm o mesmo valor de corrente elétrica”. Os alunos explicam que as medições efetuadas de corrente elétrica no circuito antes da primeira lâmpada e depois da segunda lâmpada traduziram-se em valores de corrente elétrica iguais. Desta forma, demonstram compreender o conceito de corrente elétrica e qual o seu comportamento num circuito de elétrico com associação de recetores em série. Em relação à associação de recetores em paralelo, estes respondem que “lâmpadas têm valores diferentes de corrente elétrica”. Nesta afirmação querem referir que, quando são efetuadas as medidas de corrente elétrica nas diferentes ramificações, os valores de corrente elétrica obtidos são diferentes. Esta resposta demonstra que os alunos compreenderam que a corrente elétrica neste tipo de circuito percorre vários caminhos, distribuindo-se desta forma os eletrões pelas várias ramificações, o que induz a diferentes valores de corrente elétrica nas diferentes ramificações.

Nas respostas dadas ao pós teste verifica-se uma evolução das respostas dadas com uma justificação científica, fundamentada no conceito científico corrente elétrica.

O brilho será o mesmo nas 2 lâmpadas, logo como é do caso o Afonso, pois a corrente é contínua e a corrente passa igualmente pelas 2 lâmpadas.

(Documentos escritos, pós teste, A8)

Neste excerto, a resposta dada relaciona o mesmo brilho das lâmpadas com a corrente elétrica, justificando o aluno que a “corrente é contínua” e “passa igualmente pelas duas lâmpadas”, logo o brilho será igual nas duas lâmpadas. O aluno refere que a corrente só tem um caminho a percorrer e, deste modo, toda a corrente que passa na primeira lâmpada irá também passar na segunda lâmpada.

Na minha opinião concordo com o Afonso porque os eletrões após passarem ~~por~~ pela primeira lâmpada são os mesmos

(Documentos escritos, pós teste, A25)

No excerto anterior, é também evidente que o aluno assimilou o conceito de corrente elétrica, relacionando-o com o movimento orientado de eletrões, justificando que “os eletrões após passarem pela primeira lâmpada são os mesmos”. A utilização desta expressão demonstra que o aluno compreende que a corrente elétrica é um movimento orientado de cargas elétricas e que se relaciona com o número de eletrões que passa numa dada seção reta por unidade de tempo, e ainda que não existe consumo de corrente elétrica quando esta passa pelas lâmpadas, ou seja, a corrente elétrica conserva-se.

Nesta questão do pós teste era possível avaliar a conceção que muitos alunos têm de que a corrente elétrica é consumida quando atravessa o circuito elétrico. Após a intervenção e analisando as respostas dadas ao pós teste, verifica-se que embora a maioria dos alunos consiga explicar o conceito corrente elétrica, alguns alunos ainda mantêm a conceção de que a corrente elétrica vai sendo consumida no circuito elétrico.

A Margarida pois, o circuito apenas circula por um lado então haverá uma lâmpada que brilhará mais que a outra.

(Documentos escritos, pós teste, A22)

Pela análise do excerto anterior, verifica-se que o aluno considera que a corrente ao circular em apenas um sentido é consumida ao passar na primeira lâmpada, assim esta vai brilhar mais do que a segunda lâmpada.

A primeira brilha mais que a segunda porque recebe a energia toda diretamente da pilha e a segunda recebe da primeira lâmpada.

(Documentos escritos, pós teste, A15)

Neste excerto é evidente que o aluno tem a ideia de que a corrente elétrica vai sendo consumida pelos recetores, ou seja, a corrente elétrica que deixa um terminal da pilha é “gasta” ao passar na primeira lâmpada e assim a corrente elétrica que passa na segunda lâmpada é menor, logo o seu brilho será menor. Ainda assim, pode-se afirmar que a maioria dos alunos que participaram neste trabalho assimilou o conceito corrente elétrica e conseguem explicá-lo, utilizando a linguagem científica referente a esta temática.

Tensão elétrica

Na questão 2, do pré e pós testes, os alunos também poderiam justificar a sua opção recorrendo ao conceito científico tensão elétrica. A observação dos resultados (figura 5.3) mostra que existiu uma evolução nas respostas dadas pelos alunos a esta questão, fundamentadas com o conceito tensão elétrica. No pré teste apenas 17,2 % dos alunos justificam a sua escolha recorrendo ao conceito tensão elétrica e no pós teste 37,9 % dos alunos conseguem justificar a sua escolha, recorrendo ao conceito tensão elétrica, com uma explicação científica adequada.

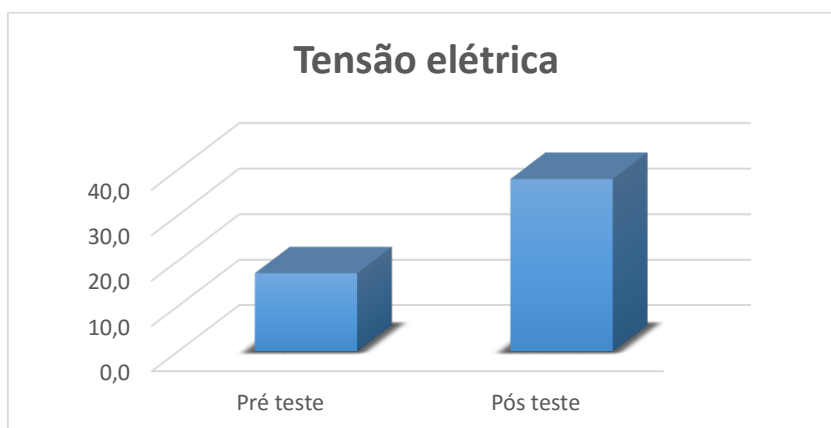
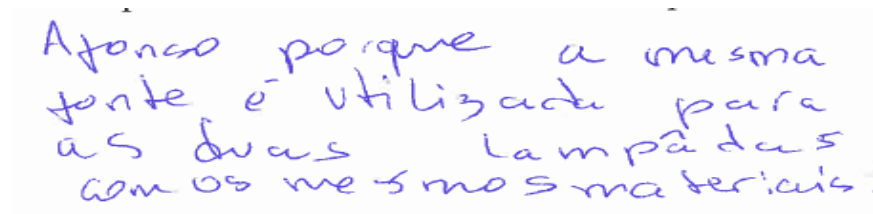


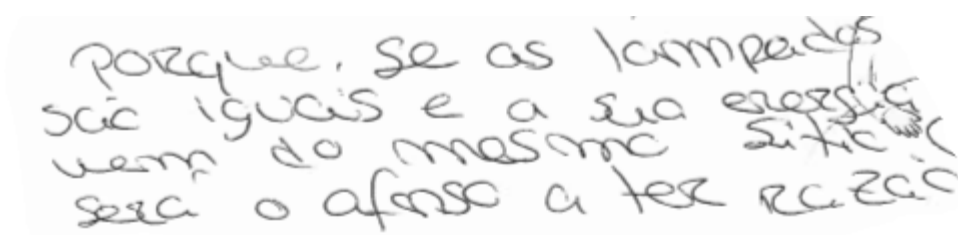
Figura 5.3. – Gráfico da evolução das conceções dos alunos acerca do conceito tensão elétrica.

Após a análise às respostas do pré teste, verifica-se que os alunos que utilizam o conceito científico tensão elétrica, para fundamentar a sua resposta, apesar de terem a noção de que a pilha é a fonte de energia do circuito elétrico, não conseguem explicar cientificamente as suas respostas.



Afonso porque a mesma fonte é utilizada para as duas lâmpadas com os mesmos materiais.

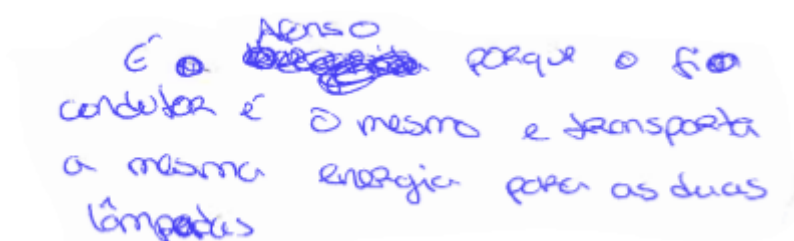
(Documentos escritos, pré teste, A9)



porque, se as lâmpadas são iguais e a sua energia vem do mesmo sítio, será o afonso a ter razão

(Documentos escritos, pré teste, A16)

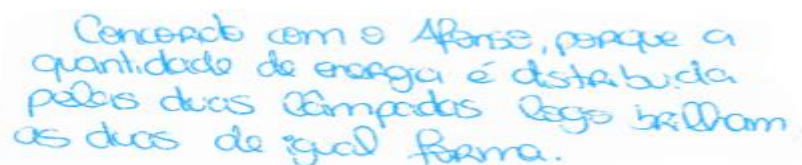
Nos excertos anteriores é possível constatar que os alunos têm a noção de que a quantidade de energia fornecida ao circuito é proveniente da pilha. No entanto, não conseguem explicar este facto. Referem que a “fonte utilizada” é a mesma ou que a “energia vem do mesmo sitio”, mas sem nunca referir explicitamente o conceito tensão elétrica.



É o Afonso porque o fio condutor é o mesmo e transporta a mesma energia para as duas lâmpadas

(Documentos escritos, pré teste, A27)

Este excerto é demonstrativo de que o aluno utiliza o termo energia como sinónimo de corrente elétrica, facto muito recorrente nas respostas dos alunos, referindo que “o fio condutor (...) transporta a mesma energia para as duas lâmpadas”.



Concordo com o Afonso, porque a quantidade de energia é distribuída pelas duas lâmpadas logo brilham as duas de igual forma.

(Documentos escritos, pré teste, A4)

No excerto anterior, o aluno refere que “a energia é distribuída pelas duas lâmpadas”. Contudo, em ambos os excertos, os alunos não referem quem são os portadores de energia, nem o motivo pelo qual a energia é fornecida ao circuito elétrico.

No desenvolvimento das aulas, o conceito tensão elétrica foi abordado na tarefa 4. Após a análise das respostas dadas pelos alunos, às questões desta tarefa e às reflexões por estes efetuada, é possível constar que estes compreenderam o conceito científico tensão elétrica, como se mostra nos excertos que se seguem:

Apreendi que a tensão elétrica é medida nos terminais da pilha e da lâmpada, com um voltímetro em paralelo e que se relaciona com a energia que é transferida pelo o circuito por eletrão.

(Documentos escritos, tarefa 4, A29)

Apreendi que para existir corrente elétrica num circuito tem de haver tensão elétrica. A tensão elétrica no circuito é originada pela pilha.

(Documentos escritos, tarefa 4, A20)

Os excertos anteriores correspondem a respostas dadas pelos alunos à questão “Indica o que aprendeste com a realização da tarefa”. No primeiro excerto, o aluno explica o que entende por tensão elétrica, relacionando-o com “a energia que é transferida para o circuito por eletrão”. O aluno mostra reconhecer que a tensão elétrica é definida como a quantidade de energia que um gerador fornece ao circuito, por unidade de carga elétrica, bem como ter compreendido como se podem efetuar as medições de tensão elétrica nos vários dispositivos do circuito utilizando a expressão “é medida nos terminais da pilha e da lâmpada, com o voltímetro em paralelo”. Na resposta deste aluno é evidente o esforço em utilizar a terminologia científica correta para explicar o conceito tensão elétrica. No segundo excerto, o aluno relaciona o conceito corrente elétrica com a tensão elétrica, referindo explicitamente “para existir corrente elétrica num circuito tem de haver tensão elétrica”. Esta frase evidencia o facto de o aluno ter, por um lado, compreendido o significado de tensão elétrica e, por outro, ter estabelecido uma relação entre tensão elétrica e corrente elétrica. Fica também evidente que o aluno compreende que a tensão elétrica a que o circuito elétrico é sujeito tem

origem na pilha. O excerto seguinte que se segue diz respeito à conclusão a que os alunos chegaram no final da parte três da tarefa 4.

A intensidade da corrente elétrica depende da tensão

(Documentos escritos, grupo 6, tarefa 4)

No excerto anterior, os alunos demonstram ter compreendido o conceito tensão elétrica bem como a sua relação com o conceito corrente elétrica, pois referem explicitamente que “a intensidade da corrente elétrica depende da tensão”, apesar de utilizarem uma nomenclatura desatualizada “intensidade da corrente elétrica” em vez de “corrente elétrica”, a frase demonstra que os alunos compreendem que existência de corrente elétrica é dependente da tensão elétrica que se estabelece no circuito.

Os excertos seguintes são referentes a conclusões a que os alunos chegaram depois de efetuarem a tarefa 4. Ao analisar os excertos verifica-se que os alunos além de compreenderem o conceito tensão elétrica, compreenderam como aumentar a tensão elétrica num circuito e ainda o comportamento da tensão elétrica nas associações de recetores em série e em paralelo.

Para aumentar a tensão elétrica no circuito temos de associar várias lâmpadas em série, as lâmpadas são as pilhas deste circuito, e assim aumentamos a corrente elétrica.

(Documentos escritos, grupo 1, tarefa 4)

O excerto anterior, que corresponde à conclusão a que os alunos chegaram depois de efetuarem a parte dois da tarefa 4, em que tinham que construir uma pilha com um limão e fazer a associação em série de vários limões para conseguirem acender a lâmpada. Os alunos conseguem concluir que “para aumentar a tensão elétrica, temos de associar vários limões em série”. Nesta afirmação é notório que os alunos compreendem que para aumentar a tensão elétrica a que o circuito fica sujeito têm de se associar várias pilhas em série e que relacionam tensão elétrica com corrente elétrica, justificando que “assim aumentamos a corrente elétrica”. Os alunos afirmam que a corrente elétrica depende da tensão elétrica a que o circuito fica sujeito e que o aumento da tensão elétrica tem como consequência o aumento da corrente elétrica que percorre o circuito. Demonstram desta forma, que não só compreenderam o conceito de tensão elétrica como o relacionam com a corrente elétrica.

A tensão no circuito em paralelo é igual, aqui só não é igual porque é uma atividade experimental. $U_1 = U_2 = U_3$
circuito em série, a tensão $= U = U_1 + U_2$

(Documentos escritos, grupo 8, tarefa 4)

Este excerto diz respeito à conclusão a que os alunos chegaram depois de realizarem a parte três da tarefa quatro, onde tinha que efetuar as medidas de tensão elétrica em circuitos com associações de lâmpadas em série e em paralelo. Constata-se que os alunos compreendem como varia a tensão elétrica na associação de lâmpadas em paralelo, pois os alunos referem que “a tensão no circuito em paralelo é igual”. Esta afirmação demonstra que estes compreendem que a tensão elétrica entre os terminais de uma associação de lâmpadas em paralelo é igual à tensão entre os terminais de qualquer uma das lâmpadas, sejam elas iguais ou diferentes. Também em relação à variação da tensão elétrica no circuito com associação de lâmpadas em série, os alunos mostram compreender como varia a tensão elétrica neste tipo de associações, referindo “ $U = U_1 + U_2$ ”, a utilização desta expressão por parte destes mostra, que compreenderam que a tensão entre os terminais de uma associação de lâmpadas em série é igual à soma das tensões entre os terminais de cada uma das lâmpadas.

A análise as respostas dadas ao pós teste vem reforçar que os alunos compreendem o conceito tensão elétrica e conseguem explica-lo de forma adequada. Nos excertos seguintes, os alunos relacionam o mesmo brilho das lâmpadas explicando que este se deve à divisão da energia ou tensão elétrica por ambas as lâmpadas.

Com o Afonso, porque a tensão existente nos fios condutores é dividida pelas lâmpadas. Ao acrescentarmos mais do que as lâmpadas existentes a luminosidade ia diminuindo mas continuariam com o mesmo brilho.

(Documentos escritos, pós teste, A17)

Neste excerto, o aluno explica que a tensão elétrica fornecida ao circuito é dividida por ambas as lâmpadas e que adição de mais lâmpadas ao circuito fará com que a luminosidade destas diminua, mas o brilho entre elas seja o mesmo. É notório de que este aluno

compreendeu o conceito de tensão elétrica e consegue explicar a luminosidade das lâmpadas associadas em série adequadamente com o recurso a este conceito.

é o Aterro porque a energia fornecida divide-se pelas duas lâmpadas igualmente, sendo este um circuito em série.

(Documentos escritos, pós teste, A27)

No excerto anterior, o aluno identifica o circuito como “circuito em série”, que apesar de não estar cientificamente correto é uma boa aproximação dos termos corretos, circuito com associação de recetores em série. Explica que a energia fornecida ao circuito se divide igualmente pelas duas lâmpadas. Esta afirmação demonstra que o aluno compreendeu o conceito de tensão elétrica e consegue utilizá-lo para justificar a sua escolha. A explicação utilizada nestes dois excertos é a que apresenta maior frequência nas respostas dadas pelos alunos no pós teste.

Condutibilidade elétrica

Na questão três pretendia-se perceber quais as concepções dos alunos acerca do conceito condutibilidade elétrica. Os alunos tinham de planear uma experiência que permitisse distinguir a água pura da água salgada através da sua condutibilidade elétrica. No início das aulas apenas uma pequena percentagem (31%) dos alunos associou a questão à condutibilidade elétrica, no entanto no final da realização das tarefas esta percentagem aumentou significativamente, revelando que 89,7% dos alunos conseguiram mobilizar este conceito científico. A análise à figura 5.4 permite observar esta evolução.

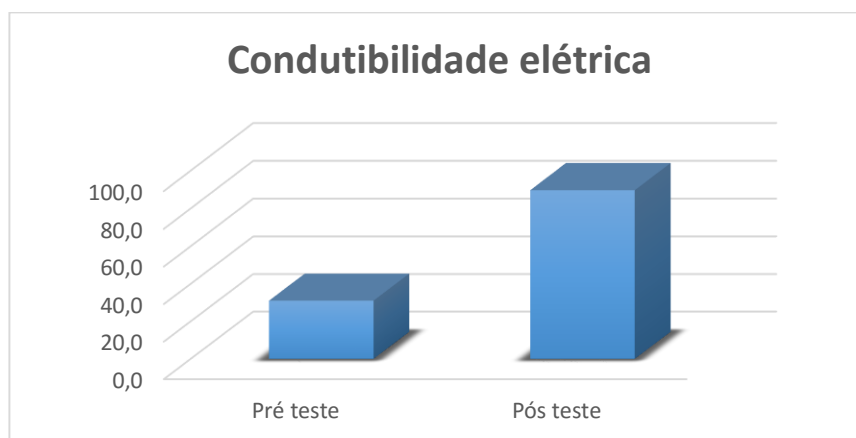


Figura 5.4. – Gráfico da evolução das concepções dos alunos acerca do conceito condutibilidade elétrica.

Nos excertos seguintes, referentes a respostas dadas ao pré teste, verifica-se que os alunos de alguma forma tentam explicar a diferença de condutibilidade entre a água destilada e a água salgada.

A Maria pode exprime nta r vendo
que a água pura é melhor condutora
em comparação a água salgada.

(Documentos escritos, pré teste, A9)

A água salgada é um mau condutor de
energia, logo se eletricarmos os corpos o que tivera luz mais
fraca é o que tem água salgada.

(Documentos escritos, pré teste, A27)

sem prove a água a MARIA Poderá
ver a condutividade ^{de energia} das águas. A que tiver pior condutividade é a
de água salgada devido a mais componentes contidos nela.

(Documentos escritos, pré teste, A1)

Pela análise dos excertos anteriores, relativos às respostas do pré teste verifica-se que os alunos conseguem perceber que existe uma diferença de condutibilidade elétrica entre a água salgada e a água pura, pois utilizam termos como “eletrificarmos”, “ver a condutividade de energia das águas”. No entanto, não conseguem explicar como fariam para provar essa diferença de condutibilidade. É também notório que os alunos admitem que a água pura é a condutora de corrente elétrica, o que sugere que os alunos não relacionam o termo puro com o seu significado químico, mas o associam à linguagem do seu dia-a-dia. Estas afirmações demonstram que para os alunos o termo água pura relaciona-se com a água a que têm acesso na sua casa e que consomem, não relacionando o termo água pura com o seu significado químico, água que contém na sua composição apenas moléculas de água. Consideram a água pura como boa condutora de corrente elétrica, pois sabem que um dos cuidados que se deve ter quando se manuseiam equipamentos elétricos é que estes devem ser manuseados longe da água e com as mãos secas.

A tarefa 2 da intervenção aborda precisamente o conceito científico condutibilidade elétrica, tendo como objetivo o planeamento de uma experiência para testar a condutibilidade elétrica de diferentes materiais. Os excertos seguintes traduzem as conclusões que os alunos chegaram depois de realizarem a tarefa dois.

Os materiais bons condutores são: o prego de ferro e o clipe e os maus condutores são: o plástico, a cortiça, a água destilada e a água da torneira. Os bons condutores têm eletrões de condução por isso deixam passar a corrente elétrica e os maus condutores não.

(Documentos escritos, grupo 6, tarefa 2)

Neste primeiro excerto, os alunos distinguem os materiais utilizados em bons e maus condutores e explicam o que entendem por bons condutores, afirmando que estes “tem eletrões de condução e por isso deixam passar a corrente elétrica e os maus condutores não”, apesar de a afirmação anterior não estar cientificamente correta, é demonstrativa de que os alunos compreenderam que os materiais bons condutores têm na sua constituição eletrões de condução com elevada mobilidade, permitindo que exista nestes materiais corrente elétrica quando sujeitos a uma tensão elétrica.

Os bons condutores facilitam a passagem de corrente elétrica pois têm eletrões de condução.

(Documentos escritos, grupo 3, tarefa 2)

Este segundo excerto demonstra que os alunos compreenderam o conceito de condutibilidade elétrica, visto que referem que os “bons condutores facilitam a passagem de corrente elétrica pois têm eletrões de condução”. Verifica-se que estes compreendem que os materiais bons condutores são materiais onde pode existir corrente elétrica, pois têm na sua constituição eletrões de condução com elevada mobilidade. No entanto, apesar de os alunos terem na sua maioria conseguido mobilizar este conceito científico, apenas o justificam com existência de eletrões de condução, nunca se referem às soluções aquosas que contêm iões com grande mobilidade na sua composição.

Pela na análise às respostas dadas no pós teste, verifica-se que os alunos mobilizaram o conceito de condutibilidade elétrica, como se pode constatar nos excertos que se seguem.

temos que meter ~~da~~ grafite dentro da água
com o fio condutor a agarrar o grafite, esse a lâmpada
acender, é salgada se não acender, é água pura.

(Documentos escritos, pós teste, A5)

Neste primeiro excerto, apesar da linguagem utilizada não ser a mais correta, verifica-se que o aluno percebe que tem de construir um circuito utilizando cada um dos copos, a grafite a lâmpada e os fios condutores para verificar a diferença de condutibilidade elétrica.

A Maria para descobrir qual o copo que contém água
salgada, ~~poderá~~ deverá ~~substituir a pilha~~ ~~este~~ ~~a mesma~~
~~Se~~ intercalá-la num circuito elétrico com barras de grafite
colocadas nos fios condutores. Caso a lâmpada acenda a
água colocada é salgada, caso não acenda é a água pura.

(Documentos escritos, pós teste, A25)

No excerto anterior, já escrito com uma linguagem mais cuidada, verifica-se que o aluno consegue planejar uma experiência para testar a condutibilidade elétrica. Ambos os alunos referem que a evidência que permite verificar a diferença de condutibilidade é o acender da lâmpada. Nos excertos anteriores fica patente a sua evolução em relação ao planeamento da experiência que permite distinguir a condutibilidade elétrica da água pura e da água salgada.

Podemos montar um circuito em que cada um dos copos
serve de bateria, aquele em que se ligar é a água salgada
devido à presença de minerais

(Documentos escritos, pós teste, A18)

criando um circuito elétrico a água salgada vai
acender a lâmpada pois é um bom condutor porque contém
os seus minerais.

(Documentos escritos, pós teste, A1)

Na análise dos excertos anteriores verifica-se que os alunos têm a noção de que têm de planejar uma experiência montando um circuito elétrico. No entanto, não conseguem explicá-lo de forma a ser reproduzido. É interessante verificar que no primeiro excerto o aluno considera que cada um dos copos poderá servir de “bateria” ao circuito, com esta

afirmação o aluno demonstra que compreendeu que para que ocorra tensão elétrica é necessário o uso de dois metais diferentes em contacto com uma solução aquosa condutora. Nos excertos os alunos referem que a água salgada é boa condutora porque contém “sais minerais” apesar de esta terminologia não ser cientificamente correta, os alunos querem referir-se aos iões presentes na água salgada. Nas notas de campo da professora, referentes à tarefa um, é referido que “os alunos apresentam grandes dificuldades em mobilizar o conceito de ião”. Nas respostas dadas pelos alunos a esta questão, mesmo depois da intervenção, constata-se que alguns alunos não conseguiram mobilizar o conceito de ião, pois tal como o exposto nos dois últimos excertos, alguns alunos referem-se aos iões como sais minerais presentes na água salgada. Por fim, observa-se que todos os alunos que tentam planear e explicar a experiência para testar a diferença de condutibilidade elétrica entre a água pura e a água salgada utilizam como evidência desta diferença de condutibilidade o acender da lâmpada. Pelas respostas dadas pelos alunos, tanto nos documentos escritos como no pós teste, pode-se afirmar que os alunos compreenderam o conceito de condutibilidade elétrica.

Aprendizagens realizadas pelos alunos no domínio processual e estratégias utilizadas

Nesta secção analisam-se os dados referentes às aprendizagens realizadas no domínio processual e estratégias utilizadas pelos alunos durante a realização das tarefas. Esta análise tem como objetivo dar resposta à segunda questão de investigação deste trabalho. Após a recolha e análise dos dados emergiram duas categorias de análise: conhecimento processual e estratégias. A categoria conhecimento processual encontra-se subdividida em quatro subcategorias: (i) planear experiências; (ii) construir representações; (iii) construir tabelas; e (iv) tirar conclusões. Relativamente à categoria estratégias, esta está subdividida em três subcategorias: (i) discussão em grupo; (ii) discussão em turma; e (iii) *feedback* da professora.

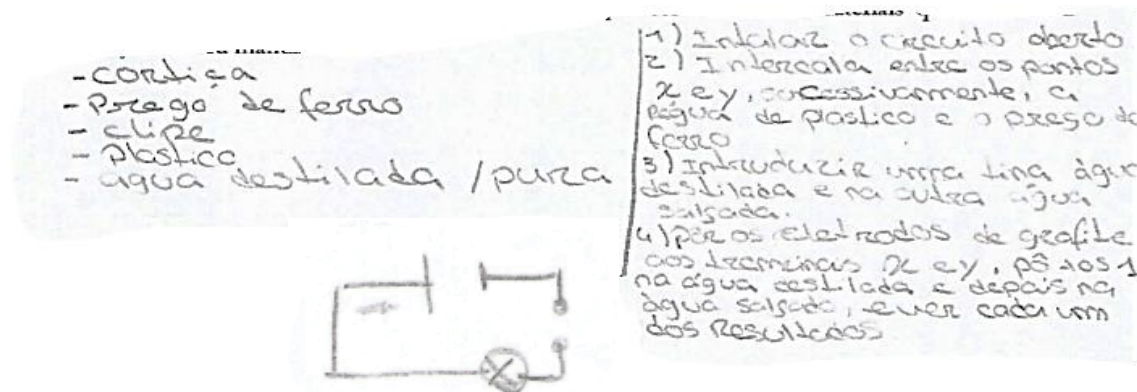
Conhecimento processual

Nesta categoria pretende-se conhecer quais as aprendizagens realizadas pelos alunos no domínio processual, nomeadamente ao nível do planeamento de experiências, construção de representações dos circuitos elétricos, construção de tabelas e tirar conclusões.

Planear experiências

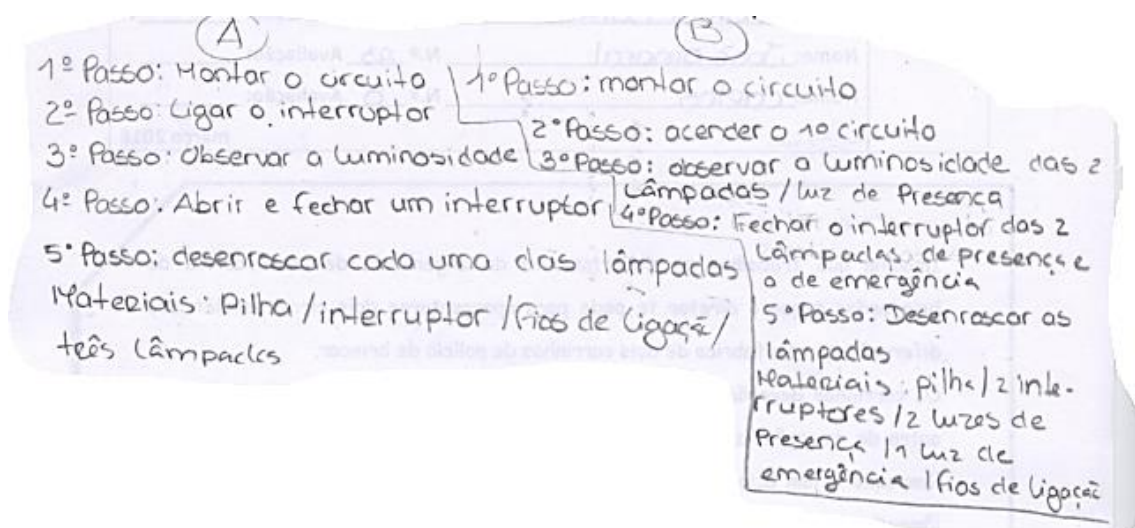
Ao longo de todas as tarefas, os alunos foram confrontados com situações problema, em que para conseguirem dar resposta ao problema proposto tinham que planear uma

experiência. Esta situação de início causou algum incómodo pois não estavam habituados a este tipo de abordagem. Nas notas de campo referentes à tarefa dois a professora refere que: “os alunos tiveram muitas dificuldades em planejar a experiência mesmo consultando o manual (...) alguns grupos não conseguiram adaptar o procedimento do manual ao trabalho que realizaram”. No excerto que se segue verifica-se que os alunos apenas copiaram o procedimento do livro sem fazer as alterações necessárias.



(Documentos escritos, grupo 7, tarefa 2)

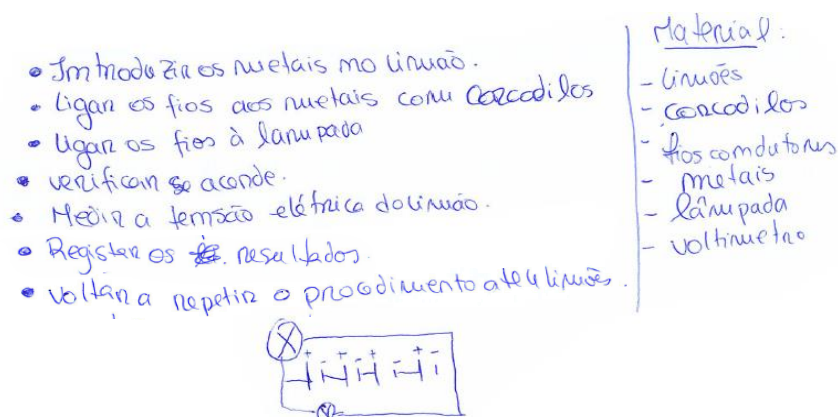
No excerto anterior, os alunos indicaram o material utilizado na atividade laboratorial, embora só refiram os materiais a testar, não incluem a lâmpada, o interruptor, a pilha e os fios de ligação. Em relação ao procedimento, verifica-se que não o adaptaram aos materiais utilizados, pois escrevem “régua de plástico” em vez de “tira de plástico”, pois não utilizaram nenhuma régua, mas sim uma tira de plástico. Referem “água salgada” quando o que realmente utilizaram foi água da torneira. Utilizam a expressão “intercala entre os pontos x e y”, sem representarem no circuito os pontos x e y. Do excerto anterior verifica-se que no início da intervenção os alunos tiveram dificuldades em planejar atividades laboratoriais, no entanto, ao longo do desenvolvimento das tarefas esta dificuldade foi superada, sendo os alunos capazes de planejar atividades laboratoriais sem recorrerem ao manual, indicando o material necessário à sua realização, representação do circuito elétrico utilizado e procedimento claro e exequível.



(Documentos escritos, grupo 3, tarefa 3)

No excerto anterior, em que se refere a planificação pedida na tarefa 3, os alunos tinham que elaborar uma atividade para testar dois circuitos elétricos diferentes. No circuito A pretendia-se a associação de três lâmpadas em série. No circuito B associar-se-iam duas lâmpadas em série com uma lâmpada associada em paralelo. Verifica-se que os alunos identificam o material necessário para a realização da atividade, distinguindo entre o material necessário para o circuito A e para o circuito B. Planificam para a montagem de cada circuito um procedimento claro construído por passos, no entanto constata-se que em ambos os procedimentos falta o passo do registo das observações.

O excerto que se segue diz respeito à parte dois da tarefa 4, em que se pedia aos alunos que planificassem uma atividade para acender uma lâmpada utilizando um limão como gerador eletroquímico.



(Documentos escritos, grupo 8, tarefa 4)

Pela análise do excerto verifica-se que os alunos indicam o material necessário à realização da atividade, a representação do circuito elétrico que utilizaram, bem como o

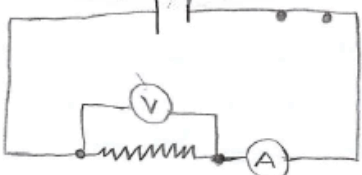
procedimento. O procedimento construído pelos alunos é claro, no entanto poderia ter mais correção científica, nomeadamente na identificação nos metais utilizados (ferro e cobre) e no passo da medição da tensão elétrica em que os alunos escrevem “medir a tensão elétrica do limão”, em que seria mais correto escrever, medir a tensão elétrica nos terminais do limão. A nível do material utilizado os alunos poderiam referir em que quantidade utilizaram cada material. O excerto que se segue diz respeito à tarefa 5, em que se solicitava a planificação de uma atividade que permitisse testar a lei de Ohm.

Objetivo: Testar a Lei de Ohm.

Material: Pilhas;
Fios condutores;
Amperímetro;
Voltímetro;
Condutor metálico.

Procedimento:

- Instalar o circuito para medir a resistência do condutor metálico;
- Registrar os valores indicados no voltímetro e no amperímetro;
- Ir substituindo as pilhas sucessivamente em série.
- Em cada caso regista os valores do voltímetro e do amperímetro.

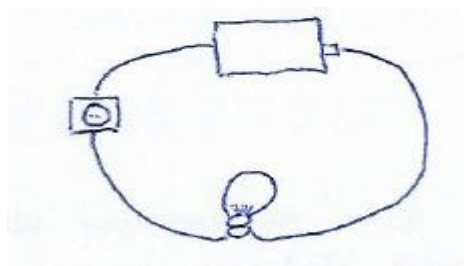


(Documentos escritos, grupo 1, tarefa 5)

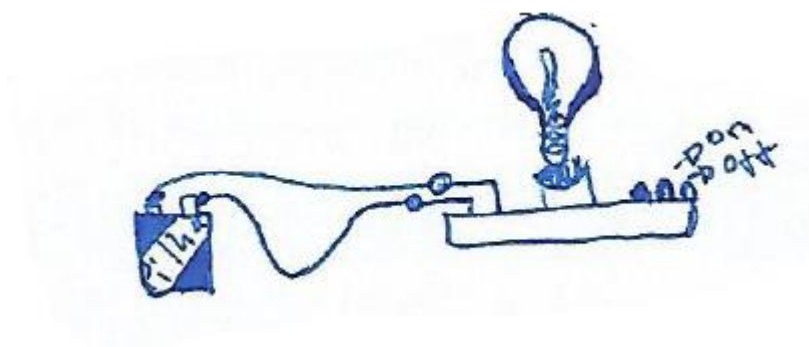
Após análise do excerto anterior, verifica-se que no final da intervenção os alunos conseguem planificar uma atividade, indicando o seu objetivo, o material utilizado, o procedimento e a representação do circuito elétrico utilizado. Apesar da grande evolução por parte dos alunos em termos da planificação de atividades, constata-se que a nível de material a maioria não indica as quantidades necessárias de cada material, como se verifica no excerto anterior. Também no procedimento, ainda que este seja claro e conciso, poderia ser melhorado com alguns pormenores nomeadamente a especificação do condutor metálico utilizado, condutor metálico de cromoníquel e a quantidade de pilhas associadas em série. Pelo descrito anteriormente pode-se afirmar que os alunos desenvolveram competências ao nível da planificação de experiências.

Construir representações

Sendo a temática abordada neste trabalho os circuitos elétricos e a corrente elétrica, uma das competências que se espera desenvolver no final da realização das tarefas é competência relativa à representação de circuitos elétricos com a simbologia própria deste tema. Assim, ao longo de todas as tarefas foi solicitado aos alunos que representassem os esquemas elétricos que utilizavam nas atividades planeadas. Na tarefa 1, é solicitado aos alunos que representem um circuito elétrico que permitisse apagar e acender uma lâmpada.

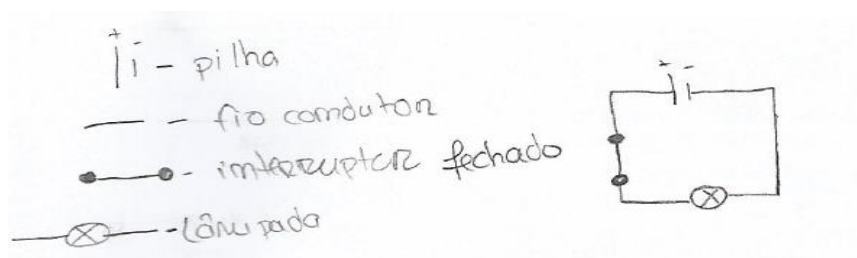


(Documentos escritos, grupo 6, tarefa 1)



(Documentos escritos, grupo 7, tarefa 1)

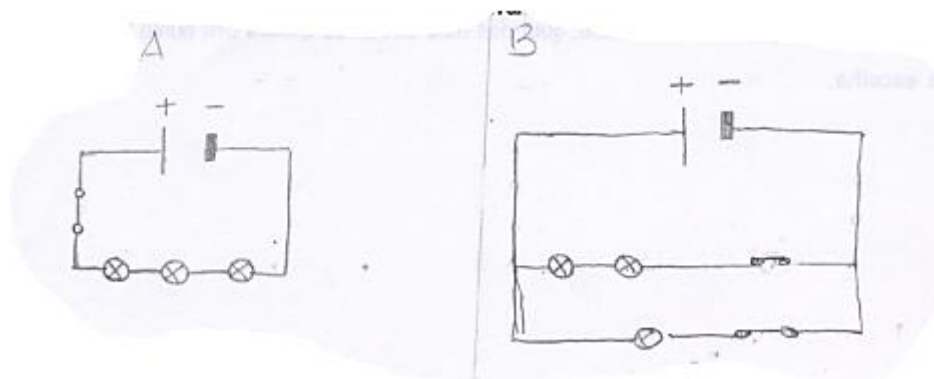
As representações anteriores dizem respeito às representações efetuadas pelos alunos na tarefa 1 antes de lhe ser solicitado que pesquisassem no manual o símbolo específico de cada dispositivo elétrico utilizado no circuito. É possível verificar que os alunos representam corretamente os circuitos elétricos pedidos, mas desenhavam cada dispositivo elétrico como o veem na realidade. Em seguida, nesta mesma tarefa, pede-se aos alunos que pesquisem no seu manual o símbolo de cada dispositivo elétrico utilizado. Nas notas de campo da professora referentes à tarefa 1 a professora comenta que: “os alunos têm facilidade em relacionar cada dispositivo elétrico ao respectivo símbolo e representam corretamente o circuito com a simbologia adequada”.



(Documentos escritos, grupo 8, tarefa 1)

Como se verifica no excerto anterior, referente à questão quatro da tarefa 1, os alunos conseguiram estabelecer a relação correta entre o dispositivo elétrico e o seu símbolo e representar corretamente o circuito elétrico planejado. No decorrer das tarefas as

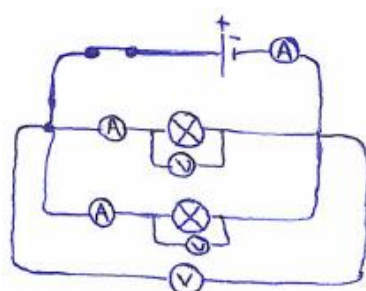
representações dos circuitos elétricos foram sendo mais complexas e foram-se introduzindo novos dispositivos elétricos e respetivos símbolos.



(Documentos escritos, grupo 3, tarefa 3)

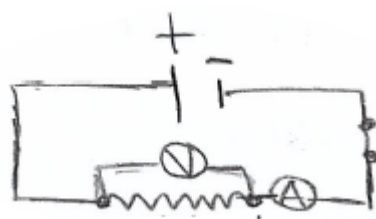
A representação anterior diz respeito à tarefa 3, e tinha como objetivo que os alunos representassem uma associação de três lâmpadas em série (A), e uma associação de duas lâmpadas em série, em paralelo com uma terceira lâmpada (B). Como se pode verificar os alunos conseguiram representar corretamente as duas associações.

Na tarefa 4, os alunos realizaram medições de corrente elétrica e tensão elétrica em associações de lâmpadas em série e em paralelo.



(Documentos escritos, grupo 6, tarefa 4)

Na representação anterior, referente a uma das representações pedidas na tarefa 4 verifica-se que os alunos relacionam corretamente os aparelhos de medida voltímetro e amperímetro com os respetivos símbolos e que representam corretamente a instalação destes aparelhos, voltímetro instalado em paralelo nos terminais das lâmpadas e das ramificações, e o amperímetro instalado em série.



(Documentos escritos, grupo 8, tarefa 5)

A representação anterior corresponde à representação do circuito elétrico utilizado na atividade realizada para testar a lei de Ohm. Nesta tarefa foi apresentado aos alunos o conceito de resistência elétrica e o dispositivo elétrico resistência elétrica, constata-se que os alunos relacionam corretamente o dispositivo elétrico resistência elétrica com o respectivo símbolo, assim como representam corretamente o circuito elétrico utilizado, instalando corretamente os aparelhos de medida, voltímetro e amperímetro. Assim sendo, pelo exposto anteriormente pode-se afirmar que no final do desenvolvimento das tarefas os alunos aprenderam a construir representações de circuitos elétricos.

Construir tabelas

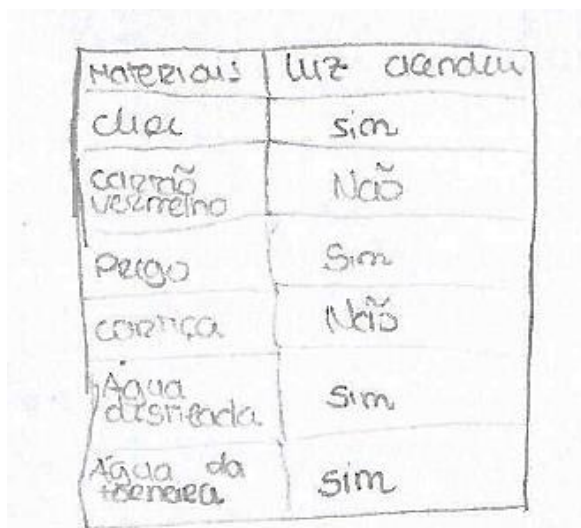
Uma das aprendizagens que os alunos revelam ter efetuado ao longo do desenvolvimento das tarefas foi a de construir tabelas.

P – O que aprenderam com as tarefas?

A9 – Construir tabelas.

(Entrevista, turno 1)

No excerto anterior retirado na entrevista em grupo focado, verifica-se que uma das aprendizagens que os alunos realizaram diz respeito à construção das tabelas. Em todas as tarefas realizadas exceto na tarefa 1, era pedido aos alunos que organizassem os dados das suas observações em tabelas. No início os alunos revelaram dificuldade em organizar os dados recolhidos das atividades em tabelas, como refere a professora nas suas notas de campo referentes à tarefa 2: “os alunos têm muita dificuldade em construir a tabela, foi solicitada a minha ajuda por todos os grupos para construírem a tabela”.



Materiais	Luz acesa
clipe	sim
cabo vermelho	Não
prego	Sim
corrinha	Não
Água destilada	Sim
Água da torneira	Sim

(Documentos escritos, grupo 2, tarefa 2)

Apesar das dificuldades demonstradas pelos alunos na construção da tabela, com a orientação da professora verificou-se que a maioria dos grupos, na tarefa 2, conseguiu

organizar os dados recolhidos numa tabela, como se pode observar no excerto anterior. Os alunos organizam a sua tabela com uma coluna para os materiais a testar e uma segunda coluna onde indicam a evidência de que o material testado é ou não bom condutor elétrico, “luz acendeu”. Esta tabela é representativa do tipo de tabela que os alunos construíram para organizarem os dados relativos à tarefa dois. Com o avançar das tarefas, as tabelas construídas foram se tornando mais complexas. Por exemplo na parte dois da tarefa 4 os alunos tinham que construir uma tabela onde registassem os valores de tensão elétrica para cada gerador eletroquímico construído e para a respetiva associação em série.

Fonte de tensão	luminosidade	tensão
limão 1	mão acende	0,540
limão 2	mão acende	0,528
limão 3	mão acende	0,525
limão 4	mão acende	0,567
limão 1+2	Não acende	1,03
limão 1+2+3	mão acende	1,549
limão 1+2+3+4	mão acende	1

(Documentos escritos, grupo 8, tarefa 4)

Como se pode constatar, os alunos conseguiram organizar os seus dados numa tabela com três colunas em que a primeira coluna “fonte de tensão”, representa a fonte de tensão utilizada, uma segunda coluna “luminosidade”, evidência da passagem de corrente elétrica, e uma terceira coluna “tensão”, onde constam as medições de tensão elétrica efetuadas nos terminais de cada gerador eletroquímico e associação em série. Apesar de terem conseguido organizar os seus dados na coluna referente às medidas de tensão elétrica, os alunos não indicaram as unidades da tensão elétrica.

Na tarefa cinco, os alunos tinham que testar a lei de ohm, para tal era pedido que construíssem uma tabela onde registassem a fonte de tensão, a tensão elétrica nos terminais da resistência, a corrente elétrica que percorre o circuito e a resistência elétrica.

	Fonte de tensão	Tensão (V)	Corrente elétrica (mA)	$R = \frac{U}{I}$	(Ω)
1 pilha	4,5V	0,024	$\frac{14,8 \text{ mA}}{1000}$	$R = \frac{0,024}{0,0148}$	1,62
2 pilhas	9V	0,054	$\frac{32,4 \text{ mA}}{1000}$	$R = \frac{0,054}{0,0324}$	1,6
3 pilhas	13,5V	0,062	$\frac{36,5 \text{ mA}}{1000}$	$R = \frac{0,062}{0,0365}$	1,69

(Documentos escritos, grupo 2, tarefa 5)

Verifica-se pelo excerto anterior que os alunos conseguiram organizar os dados recolhidos, construindo uma tabela com quatro colunas. A primeira que representa a fonte de tensão, na qual, indicam o número de pilhas associadas em série e o valor dessa associação. De referir que os alunos não mediram experimentalmente o valor da tensão elétrica na associação de pilhas, pelo que o valor apresentando é teórico, ou seja, os alunos somaram as tensões elétricas indicadas em cada pilha. A segunda coluna, refere-se aos valores de tensão elétrica, medidos nos terminais da resistência, com a respetiva unidade de medida. Uma terceira coluna na qual apresentam os valores de corrente elétrica, primeiro em miliampere e, em seguida, dividiram por mil para converterem os valores obtidos em ampere. A última coluna é calculado o valor da resistência elétrica, dividindo a tensão elétrica pela corrente elétrica e com a respetiva unidade. Constata-se que, em relação à tarefa anterior, os alunos tiveram o cuidado de indicar as unidades de medida de cada grandeza física. Pode-se, assim, afirmar que os alunos conseguiram mobilizar a aprendizagem processual de construção de tabelas.

Tirar conclusões

A estratégia de ensino em que se baseia este trabalho, tarefas laboratoriais do tipo investigativo, implica todo um processo que começa na identificação do problema proposto, planeamento da atividade para dar resposta ao problema, construção de tabela para o registo dos dados, execução da atividade e por fim retirar conclusões acerca da atividade realizada para dar resposta ao problema inicial. Deste modo, uma das competências que se espera que os alunos mobilizem é a de tirar conclusões.

O excerto que segue diz respeito às conclusões a que os alunos chegaram na tarefa dois.

os materiais bons condutores são: o prego, o clipe e a água da torneira, porque quando são intercalados no circuito a luz acende, quer digem que conduzem a corrente elétrica, então têm eletrões de condução.

os materiais maus condutores são:

o plástico, a cortiça e a água destilada, pois a luz não acende.

(Documentos escritos, grupo 5, tarefa 2)

Da análise do excerto anterior, verifica-se que os alunos conseguiram chegar a algumas conclusões no final da realização da tarefa. Identificam os materiais bons condutores como sendo “o prego, o clipe e água da torneira” e explicam a sua opção afirmando que “a luz acende”, esta afirmação é demonstrativa de que os alunos reconhecem que o facto de a lâmpada acender é uma evidência da passagem da corrente elétrica. Tentam ainda explicar porque é que os materiais são bons condutores, referindo que “têm eletrões de condução”, com esta expressão os alunos revelam compreender que nos materiais onde existe a possibilidade de ocorrência de corrente elétrica, têm na sua constituição eletrões de condução com elevada mobilidade. Apesar de classificarem a água da torneira como boa condutora, não mencionam que a sua condutibilidade elétrica se deve a que na sua composição existam iões com grande mobilidade. Por fim, classificam os materiais maus condutores justificando a sua escolha, referindo que “a luz não acende”, prova de que conseguem relacionar o facto de a luz acender ou não como prova da condutibilidade elétrica de um material. No entanto, os alunos não deram resposta ao problema proposto inicialmente, em que tinham de identificar qual dos alunos, Margarida ou Afonso, tinha razão.

Na tarefa 4, os alunos tinham que concluir acerca do comportamento da tensão elétrica e corrente elétrica em circuitos com associações de lâmpadas em série e em paralelo, a título de exemplo das conclusões a que os alunos chegaram nesta tarefa segue-se o seguinte excerto retirado da tarefa 4, onde se pode constatar que os alunos conseguiram chegar as conclusões pretendidas.

concluimos que nos circuitos em série a corrente elétrica é igual em todos os pontos do circuito, pois os valores lidos são muito próximos, só não são iguais porque isto é uma experiência.

A tensão elétrica é igual nas duas lâmpadas e a corrente elétrica da ramificação principal é igual à soma de corrente na ramificação 1 com a da ramificação 2.

(Documentos escritos, grupo 5, tarefa 4)

Após análise do excerto anterior pode-se afirmar que os alunos conseguiram chegar as conclusões pretendidas, afirmam, em relação aos circuitos com associações de lâmpadas em série “a corrente elétrica é igual em todos os pontos do circuito (...) a tensão elétrica é igual à soma das tensões das lâmpadas”, apesar de se verificar alguma falta de rigor científico na escrita dos alunos, pois referem “circuitos em série” em vez de circuitos com associação de lâmpadas em série e expressões como “tensão das lâmpadas” em vez de tensão nos terminais das lâmpadas, pode-se considerar que os alunos estabelecem as relações corretas acerca do comportamento da tensão elétrica e corrente elétrica neste tipo de associações. É ainda interessante verificar a referência que os alunos fazem em relação aos valores obtidos para a corrente elétrica dizendo que “só não são iguais porque isto é uma experiência”, esta afirmação demonstra que os alunos compreendem que no trabalho laboratorial nem sempre os resultados obtidos são os esperados, não querendo dizer com isto que a atividade esteja de todo mal-executada, mas sim que estes adquiriram a capacidade de analisar o erro experimental e a tentativa de explica-lo. Em relação ao circuito com associações de lâmpadas em paralelo os alunos afirmam que: “A tensão elétrica [nos terminais das lâmpadas] é igual nas duas lâmpadas e a corrente elétrica da ramificação principal é igual à soma da corrente [elétrica] na ramificação 1 com a [corrente elétrica] da ramificação 2”. Esta afirmação, apesar da falta de algum rigor científico, que já foi mencionado anteriormente, evidencia que os alunos conseguiram compreender como varia a tensão elétrica e a corrente elétrica neste tipo de associações, e após a realização da atividade conseguiram analisar os dados e tecer conclusões.

Outro exemplo de que os alunos conseguiram aprender a tirar conclusões através da análise dos dados obtidos nas tarefas realizadas são os excertos que se seguem, referentes à tarefa cinco, que tinha como objetivo testar a lei de Ohm.

O condutor é ôhmico porque depois de fazer o gráfico temos uma proporcionalidade direta, ou seja a tensão elétrica é continuamente proporcional à corrente, a resistência é constante $\frac{U}{I} = \text{constante}$

(Documentos escritos, grupo 4, tarefa 5)

No excerto anterior, os alunos identificam o condutor testado como condutor ôhmico, referindo que “depois de fazer o gráfico temos uma proporcionalidade direta, ou seja a tensão elétrica é continuamente [diretamente] proporcional à corrente elétrica, a resistência mantém-se constante”, nesta afirmação pode-se constatar que estes compreendem que a curva característica de um condutor ôhmico é correspondente a uma proporcionalidade direta, então as grandezas tensão elétrica e corrente elétrica são grandezas diretamente proporcionais, mantendo-se a resistência do condutor constante. Pode-se afirmar que os alunos interpretaram corretamente os dados obtidos e como tal conseguiram tirar conclusões.

Com a realização desta atividade testamos a Lei de Ohm e concluímos que o condutor metálico utilizado, filiforme e homogêneo, ~~tem~~ apresenta a mesma resistência quando é submetido a tensões elétricas diferentes logo é um condutor ôhmico

(Documentos escritos, grupo 1, tarefa 5)

Como se pode verificar, pela análise do excerto, os alunos conseguem concluir que o condutor testado é ôhmico, justificando a sua opção através da seguinte afirmação: “apresenta a mesma resistência quando é submetido a tensões elétricas diferentes”. Os alunos explicam que um condutor é considerado ôhmico, quando a uma dada temperatura constante a tensão elétrica entre os seus terminais é diretamente proporcional à corrente elétrica que o percorre, ou seja, a sua resistência mantém-se constante. Os alunos chegaram a esta conclusão, pois observaram na atividade que realizaram que, quando variavam a tensão elétrica a que o condutor estava sujeito, a corrente elétrica também se alterava de forma diretamente proporcional relativamente à tensão elétrica. Calcularam a resistência para cada variação de tensão e verificaram que a resistência do condutor se mantinha constante. Pelo descrito anteriormente pode-se afirmar que os alunos aprenderam a tirar conclusões através da análise dos resultados obtidos.

Estratégias

Ao longo das aulas os alunos foram revelando algumas dificuldades nomeadamente a nível do planeamento de experiências, tirar conclusões, formular hipóteses, perceber os enunciados e em montar os circuitos. Nas entrevistas realizadas aos alunos, estes identificam as várias dificuldades que foram sentindo ao longo das aulas.

P – Que dificuldades sentiram na realização das tarefas? Porquê?

A8 – No início era a montar os circuitos.

A3 – Sim a montar os circuitos.

(Entrevista, turno 1)

Como se constata no excerto anterior, retirado da entrevista em grupo focado no turno um, os alunos apontam a montagem de circuitos elétricos como uma das dificuldades sentidas durante as aulas.

A9 – Para mim era pensar o que é que íamos escrever na folha.

A18 – Pois, para mim também era isso. Eu sabia montar os circuitos, não sabia era o que é que era para escrever nos procedimentos.

A9 – Era difícil tirar conclusões.

(Entrevista, turno 1)

A6 – Perceber o enunciado.

A10 – Perceber as perguntas.

A16 – Perceber o que nos pedem.

(...)

A5 – Eu acho que o mais difícil era planear a experiência.

A28 – Era difícil porque primeiro tínhamos que fazer no papel para depois tentar fazer os circuitos.

(...)

A10 – Também foi difícil, não sabíamos bem o que era uma hipótese.

(Entrevista, turno 2)

Pela análise dos excertos anteriores verifica-se que outras das dificuldades apontadas pelos alunos são: perceber o enunciado, planeamento de experiências, formular hipóteses e tirar conclusões. Dadas as dificuldades detetadas, importa perceber quais foram as estratégias utilizadas pelos alunos para ultrapassar essas mesmas dificuldades. Durante a realização das entrevistas os alunos foram referindo as estratégias que utilizaram para ultrapassar as suas dificuldades. Com base no que foi referido pelos alunos emergiram as seguintes subcategorias: (i) discussão em grupo; (ii) discussão em turma e (iii) *feedback* da professora.

Discussão em grupo

Uma das estratégias referidas pelos alunos na entrevista em grupo focado para conseguirem ultrapassar as dificuldades sentidas durante as aulas é a discussão em grupo.

P – Como é que conseguiram ultrapassar essas dificuldades?

A9 – Discutíamos uns com os outros e as vezes chamávamos a professora.

A18 – Pensávamos em grupo, ouvíamos as opiniões dos outros membros do grupo.

A 24 – Eu falo pelo meu grupo, aprendemos mais em relação a orientar as experiências, como por exemplo no procedimento, material, objetivo. E embora o meu grupo tenha sentido um bocado de dificuldade na montagem dos circuitos, acho que fomos ultrapassando as dificuldades a cada tarefa porque trabalhávamos bem em conjunto.

(Entrevista, turno 1)

A6 – Quando tinha dificuldades o meu grupo ajudava-me muito.

A10 – O grupo ajudava e também ia ao manual

(Entrevista, turno 2)

Como se pode verificar nos excertos anteriores, os alunos mencionam várias vezes que a discussão em grupo os ajudou a ultrapassar as dificuldades sentidas. Afirmam que: “Discutíamos uns com os outros”, “ouvíamos as opiniões dos outros membros do grupo” ou “fomos ultrapassando as dificuldades a cada tarefa porque trabalhávamos bem em conjunto”, estas afirmações são evidência de que os alunos através da discussão em grupo foram conseguindo ultrapassar as dificuldades sentidas ao longo das tarefas.

São vários os excertos dos registos de vídeo e áudio das aulas onde é possível constar a utilização desta estratégia por parte dos alunos para ultrapassarem as suas dificuldades.

No registo áudio da tarefa 2, verifica-se a discussão em grupo acerca das conclusões a retirar.

A4 – Agora falta as conclusões.

A29 – Então o que é que temos de dizer? Não sei como é que se escrevem as conclusões...

A4 – Então temos de olhar para os resultados...

A24 – E concluir.

A29 – Pois, e como é que fazemos isso?

A20 – “Men”, a tarefa era para ver os materiais que acendiam a luz, por isso dizemos isso.

A29 – Então pomos a cortiça não acendeu a luz é mau condutor? Só isto?

A20 – Epá acho que sim!

A29 – Ah, já percebi....

A4 – Vá ... é isso, olhem lá para a tabela e alguém dite a resposta.

(Registo áudio, grupo 4, tarefa 2)

Pela análise do registo anterior, constata-se que o aluno A29, tinha dificuldades em compreender como se escreviam as conclusões a que tinham de chegar no final da tarefa, recorrendo a discussão em grupo com os seus colegas verifica-se que o aluno conseguiu

compreender como se chega às conclusões pois afirma: “Então pomos a cortiça não acendeu a luz por isso é mau condutor”. Pela afirmação anterior consta-se que o aluno compreendeu como se tiram conclusões, bem como conseguiu chegar a uma conclusão válida para a tarefa em questão, estabelecendo uma relação entre a evidência de acender ou não a lâmpada para justificar se um material é ou não bom condutor.

No registo áudio da tarefa 4, referente à primeira parte da tarefa, é possível identificar a discussão em grupo acerca da segunda questão desta tarefa: “Descrevam como Alessandro Volta obteve valores de tensão superiores e capazes de fazer sentir choques elétricos bastante fortes?”

A13 – Vamos lá ler a pergunta. [o aluno lê a pergunta]

A5 – Não estou a perceber a pergunta!

A25 – Temos de voltar a ler no texto, de certeza que a resposta está lá. [os alunos voltam a ler o texto]

A21 – Olha está aqui.

A5 – Ok é isso, mas continuo sem perceber porque é que os choques são mais fortes.

A25 – Então o Volta pôs dois metais diferentes e entre eles condutores não – metálicos e depois empilhou uns em cima dos outros.

A5 – Sim isso eu sei, tá escrito no texto. Não sei é o que são condutores não metálicos.

A21 – Então devem ser tipo as soluções que falamos na outra tarefa. [o aluno estava a referir-se à tarefa 2, dos bons e maus condutores]

A5 – Tipo a água da torneira que fazia acender a lâmpada?

A25 – Sim isso mesmo. Essas soluções têm os iões.

A5 – Ok faz sentido...

(Registo áudio, grupo 1, tarefa 4)

Alessandro Volta combinou placas metálicas e condutores não-metálicos para somar os efeitos individuais dos pares metálicos, colocando algumas dezenas de elementos empilhados uns sobre os outros conseguindo assim fazer sentir choques elétricos bastante fortes.

(Documentos escritos, grupo 1, tarefa 4)

Pela análise do excerto da discussão em grupo, verifica-se que o aluno A5 estava com dificuldades em perceber a pergunta da tarefa, o colega A25 propõem que voltem a ler o texto. Depois de lerem o texto, o aluno A21 consegue localizar o excerto que tem de utilizar para escreverem a sua resposta, no entanto o aluno A5 continua com dúvidas acerca do que são condutores não-metálicos, o aluno A21 esclarece-o, lembrando o que aprenderam na tarefa 2. Com esta pequena discussão em grupo conseguem escrever uma resposta à questão (documentos escritos, grupo 1, tarefa 4) e o aluno A5 conseguiu perceber não só o que era pretendido com a questão, bem como perceber a resposta dada. Na segunda parte da tarefa

4 os alunos tinham que construir um circuito em que a fonte de tensão utilizada seria um limão. O excerto que se segue mostra a discussão que os alunos mantiveram aquando da construção do circuito.

A7 – Não tou bem a ver como é que fazemos isto. [o aluno esta a referir-se à construção da pilha com o limão]

A1 – Então, pusemos na hipótese que enfiávamos dois metais diferentes no limão e ligávamos à lâmpada.

A7 – Sim, mas não tou a ver porque é que com o limão fazemos uma pilha.

A1 – Então o limão é ácido. É como a água da torneira da outra tarefa [tarefa 2], deixa passar a corrente. Não te lembras da outra aula da cena da pilha que eram dois metais diferentes com uma solução no meio, é a mesma cena.

A7 – Ok já percebo.

A6 – Yah ... primeiro pomos os metais no limão, [o aluno introduz os metais no limão] e ligamos os crocodilos da lâmpada aos metais.

A7 – Não está a acender! Tá mal feito ... desmonta!

A1 – Pera ... temos de fazer as medições. Aponta aí. [o aluno faz a medição]

A6 – Tás a ver A7 tem tensão, por isso tá bem.

A7 – Sim, mas a lâmpada não acende, logo está qualquer coisa mal! É melhor chamar a stora.

A1 – Não! ... temos é que ligar mais limões. Não tás a ver eles ali ... [o aluno aponta para outro grupo]

A6 – Então dá aí outro limão ... [o aluno associa outro limão]

A7 – Acho que nem com 10 limões isto acende.

A1 – A6 faz lá aí as medições.

A7 – Tão a ver isto não dá nada! Chama aí a stora.

A1 – Não vez que a ligação tá mal feita. Temos de ligar metal diferente a metal diferente senão não dá nada.

A7 – Ah, pois é.

(Registo vídeo e áudio, grupo 6, tarefa 4)

Através da análise do excerto anterior, verifica-se que os alunos estavam com alguma dificuldade em perceber como se construía uma pilha através de um limão, no entanto através da partilha da opinião de todos os membros do grupo, os alunos conseguiram construir a pilha e o circuito pedido. Apesar do aluno A7 querer recorrer de imediato à professora quando confrontado com a primeira dificuldade, os restantes membros do grupo tentaram explicar-lhe como se fazia a pilha com o limão e como montavam o circuito. Pelo registo verifica-se que o aluno A7 percebeu como funcionava a pilha e como se monta o circuito. Ao associarem o segundo limão, os alunos não o fizeram corretamente dado que não conseguiam medir a tensão elétrica nos terminais da associação. Mais uma vez A7 queria chamar a professora, no entanto, A1 percebeu onde estava o erro e explicou-lho. Constata-se que os alunos, através da discussão em grupo, conseguiram ultrapassar suas dificuldades

Discussão em turma

Ao longo do desenvolvimento das aulas em que foram realizadas as tarefas, existiram vários momentos de discussão em turma, onde se partilhavam as ideias dos vários grupos. Esta partilha de ideias entre os vários grupos contribuiu para que os alunos consolidassem os conhecimentos adquiridos e tomassem consciência de que nem sempre existe só um único caminho para a resolução do problema proposto.

P – A10 podes vir ao quadro desenhar o circuito? [o aluno desenha o circuito]

P – Obrigado A10. Vamos todos olhar para aqui. [a professora questiona o aluno acerca de cada dispositivo representado e o aluno explica o circuito que desenhou] (...)

P – Então vamos analisar o circuito do A10!

A28 – Oh stora mas o circuito tá mal feito!

P – A28 porque é que dizes isso?

A28 – Então tem fios a mais!

A29 – Yah é isso mesmo.

P – Ok A29 e A28. Mas podem explicar melhor?

A29 – Então tem de sair um fio da pilha para a lâmpada, depois da lâmpada para o interruptor e depois para a pilha outra vez.

A28 – Sim para o caminho ficar fechado

A29 – A stôra não vê logo que estão fios a mais na pilha!

P – A29 importaste de vir ao quadro desenhar o circuito? (A29 desenha o circuito apagando os fios que estavam a mais)

P – Obrigado A29. A10 percebes o que não estava correto no teu circuito?

A10 – Sim apesar de tar fechado pus dois fios a sair de cada terminal em vez de um.

(Registo vídeo, tarefa 1)

Pela análise do excerto anterior, referente à tarefa 1, onde era solicitado aos alunos que representassem um circuito que permitisse acender e apagar uma lâmpada, constata-se que o aluno de início não conseguiu representar corretamente o circuito. Os colegas ao analisarem o circuito verificam que este não estava correto, conseguindo identificar os erros cometidos pelo aluno A10. Assim, através da discussão em turma, os alunos conseguiram representar o circuito e o aluno A10 compreendeu o que não estava correto no seu circuito. Pode-se afirmar que a discussão em turma ajudou este aluno a ultrapassar a sua dificuldade na representação dos circuitos elétricos.

Na discussão em turma da tarefa 3, verifica-se que os alunos conseguiram esclarecer algumas dúvidas acerca das associações de lâmpadas em série e em paralelo.

P – Então que tipo de associação é que temos aqui representada? [no quadro estava projetada a associação de lâmpadas em série efetuada pelos alunos]

A8 – Então esse é um circuito em série.

P – Todos concordam?

Todos – Sim.

P – E podem explicar porque é que dizem isso?

A7 – Porque as lâmpadas estão todas seguidas e assim a energia só tem um caminho para percorrer.

A3 – Não é energia é corrente elétrica.

P – Ok. Então e o que é que me podem dizer em relação à luminosidade das lâmpadas nesta associação?

A8 – Então é menor.

A1 – Não é menor, é igual.

P – Certo. Estamos aqui num impasse! Quem é que dá uma ajuda?

A8 – Oh stora mas as lâmpadas brilham menos!

P – É verdade A8, mas o que eu quero é que comparem o brilho entre as lâmpadas da associação.

A8 – Ah, então assim é igual!

A7 – E se formos acrescentando mais lâmpadas o brilho continua igual entre elas, mas brilham menos do que uma sozinha!

P – Certo A7. A8 percebebeste?

A8 – Sim.

P – Então o que podes concluir acerca da luminosidade das lâmpadas associadas em série?

A8 – Então que a luminosidade entre as lâmpadas é igual, mas quando comparada com uma única lâmpada é menor e de cada vez que associo mais uma lâmpada a luminosidade vai ser menor do que quando temos uma lâmpada só.

(Registo vídeo, tarefa 3)

No excerto anterior fica patente a dificuldade que os alunos tinham em explicar a luminosidade das lâmpadas em associações em série. Através da discussão das suas ideias em turma, os alunos foram partilhando as suas opiniões, ajudando o colega a ultrapassar as dificuldades sentidas. Pode-se afirmar que depois desta discussão o aluno A8 conseguiu explicar a diferença de luminosidade nos circuitos com associações de lâmpadas em série. Pelo descrito anteriormente constata-se que a discussão em turma é outra estratégia considerada útil para que os alunos ultrapassem as suas dificuldades.

Feedback da professora

O *feedback* da professora durante a realização das tarefas, é como se verifica na entrevista em grupo focado outra estratégia apontada pelos alunos para ultrapassar as dificuldades.

P – Como é que conseguiram ultrapassar essas dificuldades?

A18 – Primeiro ouvíamos as orientações da professora e também fomos tentando fazer por nós, depois à medida que o tempo avançou as dificuldades foram diminuindo.

A9 – Discutíamos uns com os outros e as vezes chamávamos a professora.

P – Na resolução das atividades eram confrontados com um problema que tinham de resolver. Que estratégias utilizaram para resolver os problemas propostos?

A8 – Pensar...

A9 – A professora também dava ideias

A18 – Pensávamos em grupo, ouvíamos as opiniões dos outros membros do grupo

A9 - E a professora também nos ia ajudando.

(Entrevista, turno 1)

P – E como foram ultrapassando as dificuldades?

A10 – Com a ajuda da professora.

A28 + A16 – Sim com a ajuda da professora.

(...)

P - Na resolução das atividades eram confrontados com um problema que tinham de resolver. Que estratégias utilizaram para resolver os problemas propostos?

A6 – O grupo ajudava e também ia ao manual e a professora também ajudava.

A28 – Também íamos no manual

A5 – E recorriamos à professora.

(Entrevista, turno 2)

Analisando as respostas dadas pelos alunos às perguntas: “Como é que conseguiram ultrapassar essas dificuldades” e “Na resolução das atividades eram confrontados com um problema que tinham de resolver. Que estratégias utilizaram para resolver os problemas propostos?”, verifica-se que uma das estratégias valorizadas pelos alunos para ultrapassarem as suas dificuldades prende-se com a orientação dada pela professora. Estes ao afirmarem, por exemplo: “com a ajuda da professora” ou “E recorriamos à professora”, demonstram que consideram a orientação da professora importante para que consigam ultrapassar as suas dificuldades.

A tarefa 2 foi a primeira tarefa em que era solicitado aos alunos que construíssem uma tabela. Organizar os dados recolhidos em tabelas foi uma das dificuldades sentidas pelos alunos.

A22 – Oh stora como é que fazemos a tabela?

P – Têm de pensar em qual é o objetivo desta atividade. Qual é?

A22 – Então temos de ver os materiais que conduzem eletricidade.

P – Sim mais ou menos. Têm de analisar os materiais que são bons e maus condutores de corrente elétrica. E como é que estão a pensar fazer isso?

A18 – Montamos um circuito com estes materiais e depois vemos os que acendem a luz.

P - Certo! Então o que é que vocês vão observar que vos permite dizer se os materiais são ou não bons condutores?

A28 – Se a luz acende ou não.

P – Certo! Vocês já me explicaram tudo muito bem, agora como é que podemos organizar os dados na tabela? Quantas colunas acham que deve ter?

A18 e A22 – Podemos por duas.

A22 - Numa pomos os materiais que vamos ver e depois na outra pomos se a luz acendeu ou não.

(Registo áudio, grupo 2, tarefa 4)

Pela análise do excerto anterior verifica-se que os alunos, com a orientação da professora, conseguem perceber o objetivo da tarefa pois afirmam: “Então temos de ver os materiais que conduzem eletricidade.”, e conseguem perceber através de que evidência os materiais são ou não bons condutores de corrente elétrica referindo: “Se a luz acende ou

não”. Desta forma, compreendendo o objetivo da atividade e qual a evidência que têm de observar, os alunos foram capazes de construir uma tabela para organizar os dados recolhidos.

A tarefa 3 foi uma das mais difíceis para os alunos, pois tinham de montar dois circuitos com três lâmpadas. Num dos circuitos tinham que associar três lâmpadas em série e no outro circuito tinham de associar duas lâmpadas em série com uma terceira lâmpada em paralelo, sendo que as duas lâmpadas em série eram comandadas por um interruptor e a terceira lâmpada por outro interruptor.

A24 – Oh stora não estamos a conseguir montar este circuito! [circuito com associações em série e em paralelo]

P – Este circuito é mais difícil de montar! Vamos começar por desmanchar tudo. [os alunos desmontam o que já tinham feito]

P – Para montarem este circuito é importante conseguirem interpretar corretamente o esquema que desenharam. Virem o esquema com a pilha virada para vocês. [o aluno A29 posiciona o esquema na posição sugerida pela professora]

P Ok, então agora coloquem a pilha de acordo com a posição no esquema. [o aluno A29 coloca a pilha na posição solicitada]

P – Certo! Então o que acham que devem fazer a seguir?

A24 – Então de cada terminal da pilha sai um fio para cada lado.

P – Isso! Façam lá. [o aluno A24 executa o que disse]

P – E agora?

A4 – Oh stora mas agora temos dois caminhos diferentes! Se fazemos um depois como fazemos o outro?

P – Sim A4, tens razão. Então a melhor forma de construir este circuito é fazer por partes. Olhem lá para o vosso esquema, qual é o caminho que desenharam depois da pilha?

A20 e A29 – São as duas lâmpadas em série com o interruptor.

P – Certo então montem essa associação. [os alunos associam as duas lâmpadas em série com o interruptor]

P – OK está certo. Agora têm de ligar à pilha. Como fazem isso?

A24 – Encaixamos aqui nestas peças dos fios que vêm da pilha.

P – É isso mesmo. Então façam lá. [os alunos ligam a associação em série aos terminais da pilha]

A29 – Agora se ligarmos o interruptor estas lâmpadas já acendem?

P – Sim, liguem lá. [os alunos ligam o interruptor e verificam que as duas lâmpadas acendem]

P – Então o que têm de fazer em seguida?

A20 – Temos de fazer o outro caminho.

P – Certo! E como vão fazê-lo?

A20 – Ligamos esta lâmpada a este interruptor.

P – Isso! [os alunos associam a lâmpada ao interruptor]

P – Ok! Agora têm de ligar o que fizeram ao circuito que já têm montado.

A24 – Sim stora mas já não podemos ligar à pilha então como é que vai passar a corrente nesta parte?

P – Está correto o que dizes. Vamos lá olhar de novo para o esquema que desenharam. Onde é que esta parte pode ir buscar a energia? Sigam lá o caminho dos

fios condutores que vêm da pilha. [os alunos observam o esquema do circuito e o circuito que já montaram]

A20 – Então a corrente sai daqui [o aluno aponta para o fio que sai do terminal da pilha] e depois passa para as lâmpadas.

P – Certo. Mas onde estas a segurar agora podes ligar o cabo da outra associação que fizeram não podes?

A20 – Sim.

P – Acham que se fizerem a ligação aí a corrente elétrica vai passar para o outro caminho?

A4 – Sim.

P – Então vamos lá experimentar. [os alunos fazem as ligações e ligam o interruptor e verificam que a lâmpada acende]

P – Ok então o que é que acham que acontece naquele ponto? [a professora aponta para o nó da ramificação]. Expliquem lá qual vai ser o caminho da corrente elétrica.

A20 – Então sai da pilha por aqui [o aluno aponta para o fio condutor que sai do terminal da pilha] e depois quando chega aqui vai para este lado e para este [aponta para o nó da ramificação] e assim a corrente vai para os dois caminhos.

P – Isso mesmo! Então vamos recapitular...

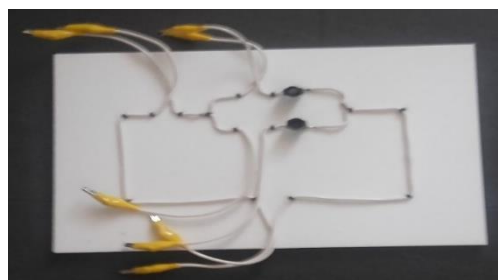
(Registo vídeo, grupo 4, tarefa 3)

No excerto anterior verifica-se que os alunos não conseguiam montar o circuito com as associações de lâmpadas em paralelo tendo que recorrer à ajuda da professora para ultrapassarem as suas dificuldades. A professora começa por explicar como devem colocar o esquema elétrico desenhado para que os alunos consigam visualizar o circuito que têm de montar. Em seguida, explica em que posição estes devem colocar a pilha para que a partir desta consigam interpretar o esquema elétrico e construir o circuito pedido. Através do questionamento verifica-se que os alunos conseguem construir o circuito pedido, conseguindo, assim, ultrapassar a dificuldade relativa à construção este tipo de circuito.

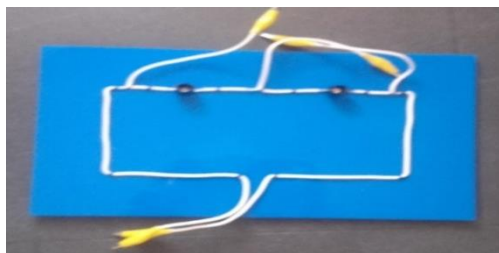
Na parte três da tarefa 4, os alunos tinham que efetuar medições das grandezas físicas corrente elétrica e tensão elétrica em circuitos com associações de lâmpadas em série e em paralelo. Apesar destas associações estarem previamente montadas e preparadas para medições de tensão elétrica ou corrente elétrica, como se observa na figura 5.5, os alunos tinham de identificar cada associação e qual a grandeza que podiam medir na placa que lhes era dada.



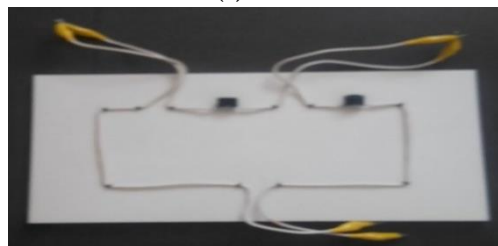
(i)



(ii)



(iii)



(iv)

Figura 5.5 – Placas com circuitos com associações em série e em paralelo utilizadas pelos alunos na parte três da tarefa 4; (i) e (ii) placas de circuitos com associação de duas lâmpadas em paralelo; (iii) e (iv) placas de circuitos com associação de duas lâmpadas em série.

A16 - Stora não estou a perceber o que temos de fazer.

P – Qual é que é o objetivo desta atividade?

A16 – Temos de ajudar a Margarida e o Afonso a fazer as medições de corrente elétrica e tensão elétrica nos circuitos em série e em paralelo.

P – Certo! Então e como vão fazer isso?

A16 – Com estas placas aqui. Mas isto não é igual aos circuitos da figura que têm na ficha.

P – Sim eu sei. Os circuitos já estão montados nas placas. Mas olhem lá para esta placa, qual é o tipo de associação que têm aqui?

A15 – Então este aqui é em paralelo.

P – Então é igual ao circuito um ou dois da vossa ficha?

A15 – É igual ao dois.

P – Certo. Agora pensem, se eu quiser medir a corrente elétrica, primeiro que aparelho de medida utilizava e como o instalava?

A15 – O amperímetro e punha em série.

P – Sim e porque é que colocavas em série?

A16 – Para medir os eletrões que passam no circuito.

P – Sim mais ou menos. Temos de ser mais completos. O amperímetro coloca-se em série porque mede a grandeza corrente elétrica que mede o número de eletrões que passa numa dada secção de área do fio condutor por unidade de tempo. Certo?

P – Agora olhem para a vossa placa. Depois do que disseram conseguem medir a corrente elétrica nesta placa?

Todos – Não!

P – Então podemos medir a ...

A16 – Tensão!

P – Certo! E porque é que dizes isso?

A16 – Então porque aqui nas lâmpadas temos os crocodilos que e dá para pôr o voltímetro em paralelo.

P – Isso! Perceberam o que é que a vossa colega explicou?

Todos – Sim!

A16 – Oh stora mas então só vamos medir a tensão não vamos medir a corrente?

P – Neste circuito só medem a tensão e depois dou outra placa onde poderão medir a corrente elétrica. A ideia é identificarem em cada placa o tipo de associação e qual a grandeza que podem medir.

(Registo vídeo, grupo 7, tarefa 4)

Neste excerto é evidente que os alunos estavam com dificuldade em perceber como iriam realizar as medidas de tensão elétrica e corrente elétrica nos circuitos fornecidos. Através do diálogo com a professora, os alunos compreendem que a cada placa corresponde um tipo de associação em que poderão realizar uma medida de tensão elétrica ou corrente elétrica. Constata-se também que os alunos conseguem associar o aparelho de medida correto ao tipo de medição efetuada, bem como instalá-lo corretamente no circuito elétrico, pois referem: “O amperímetro e punha em série” e “o voltímetro em paralelo”. Assim, por tudo o descrito anteriormente podemos afirmar que o *feedback* da professora é uma estratégia a que os alunos recorrem para ultrapassar as suas dificuldades.

Avaliação dos alunos às tarefas que envolvem trabalho laboratorial do tipo investigativo

Esta secção tem como objetivo a análise dos dados referentes à avaliação que os alunos fizeram às tarefas que realizaram. Assim, os dados recolhidos deram origem a uma categoria de análise: gosto e interesse. Para esta análise foram analisados os dados referentes à entrevista em grupo focado e às notas de campo da professora.

Gosto e interesse

De uma forma geral, os alunos gostaram de realizar este tipo de tarefas e consideram-nas importantes para a sua aprendizagem. São inúmeros os motivos pelos quais os alunos gostaram de realizar tarefas de trabalho laboratorial de investigação. Nos seguintes excertos da entrevista os alunos indicam porque é que consideram este tipo de tarefas importante para a sua aprendizagem:

P- Consideram estas tarefas importantes para a vossa aprendizagem? Porquê?

A9 – Porque nos ajuda a perceber as coisas.

A18 – Sem ser teoricamente é praticamente.

A9 – Sem ser chatear uma aula inteira, assim estamos envolvidos nas tarefas. Pomos em prática.

A27 – Nós para fazermos primeiro temos de saber como é que é. É uma maneira mais fácil de aprender.

(Entrevista, turno 1)

No excerto anterior constata-se que os alunos consideram que as tarefas laboratoriais do tipo investigativo, são importantes para que consigam compreender a matéria lecionada, pois estão mais envolvidos nas tarefas, referindo que: “assim estamos envolvidos nas tarefas. Pomos em prática.”. Consideram que nestas tarefas têm de perceber como a tarefa se vai desenrolar para depois executarem a atividade, pois referem “Nós para fazermos primeiro temos de saber como é que é. É uma maneira mais fácil de aprender.”.

A28 – Porque aprendermos mais sobre a matéria que nós damos e depois nos testes é mais fácil respondermos porque aprendemos melhor.

A10 – Eu acho que é mais fácil estarmos a aprender a fazer as coisas do que só teoricamente. É mais fácil para nós aprendermos a matéria.

A16 – Eu concordo.

A28 – E assim não temos de estar sempre agarrados ao livro e fazemos atividades.

A5 – A matéria torna-se mais explícita.

A21 – Participamos mais.

(Entrevista, turno 2)

No excerto anterior, os alunos consideram que realizam aprendizagens mais significativas quando efetuam tarefas laboratoriais de investigação, pois consideram que desempenham um papel mais ativo na construção da sua aprendizagem, sentem-se mais envolvidos neste tipo de aulas e consideram que assim a matéria “torna-se mais explícita”.

P - Acham que é mais fácil a aprendizagem de conceitos numa aula convencional ou através da aplicação deste tipo de tarefas?

Todos – Este tipo de tarefas.

P – Porquê?

A10 – Porque participamos mais.

A6 – Estamos mais envolvidos nas aulas.

A21 – É menos seca do que estar só a ouvir a professora a falar lá à frente.

A5 – Tudo o que é prático é melhor. Aprendemos mais assim.

A16 – Foi mais fácil de perceber a matéria porque tínhamos de fazer tudo.

(Entrevista, turno 2)

O excerto anterior corrobora a opinião unânime dos alunos acerca das aprendizagens que realizam quando estão envolvidos em tarefas de trabalho laboratorial do tipo investigativo. Fica evidente que alunos por terem uma participação mais ativa na construção do seu conhecimento, consideram que a aprendizagem se torna mais fácil. Afirmações como: “participamos mais”, “Tudo o que é prático é melhor. Aprendemos mais assim” ou “Foi mais fácil aprender a matéria porque tínhamos de fazer tudo”, são provas de que os alunos

consideram a aprendizagem mais fácil com o desenvolvimento deste tipo de tarefas em comparação com as aulas convencionais.

Nos excertos seguintes é também evidente o gosto e a motivação que os alunos desenvolveram ao longo da realização das tarefas.

P - Gostaram de realizar este tipo de tarefas? Porquê?

Todos – Sim!

A9 – Porque assim não tínhamos de estar sempre a ouvir as storas tipo no quadro, podíamos mexer nos materiais e isso tudo.

A18 – Podíamos interagir mais.

A27 – Agora vai ser duro!

(Entrevista, turno 1)

A16 – Porque foi uma coisa diferente e acho que foi mais divertido.

A6 – Porque foi melhor. Trabalhamos de uma maneira mais prática.

A28 – Eu acho que fazendo estas atividades aprendemos melhor como se fazem as coisas.

A16 – Ouvíamos uns aos outros e eles a explicarem-nos e assim trocávamos ideias.

A6 – Conseguimos participar mais, se fosse só teórico não dava.

A28 – Estávamos mais envolvidos.

A1 – Eu gostei porque é uma coisa diferente aprende-se mais. Podíamos trocar ideias e assim em casa temos as ideias mais bem construídas e não precisamos de estudar tanto.

A5 – E se a lâmpada fundir já sabemos como se resolve!

(Entrevista, turno 2)

Pela análise dos excertos anteriores, os alunos enumeram vários motivos que os levam a preferir a realização deste tipo de tarefas em vez da aula mais tradicional. Além de considerarem que têm mais facilidade em aprenderem quando estão envolvidos em tarefas de trabalho laboratorial de investigação, referem também a sua participação ativa durante as aulas, utilizando expressões como: “Podíamos interagir mais”, “Conseguimos participar mais” “Estávamos mais envolvidos”, que sugerem que os alunos preferem ter um papel mais ativo na sala de aula. O trabalho em grupo é também outro dos motivos referidos pelos alunos, estes referem a troca de ideias e as explicações que davam uns aos outros, como uma vantagem para as suas aprendizagens, evidente na seguinte afirmação, “Podíamos trocar ideias e assim em casa temos as ideias mais bem construídas e não precisamos de estudar tanto.”.

Durante a realização das várias tarefas, existiram algumas que os alunos gostaram mais de realizar do que outras. Quando questionados na entrevista em relação as tarefas que mais gostaram de realizar, as opiniões dividem-se entre as tarefas 2 e 4.

P - Das tarefas que realizaram qual a que mais gostaram? Porquê?

[...]

A24 – Eu também gostei dos bons e maus condutores. [tarefa 2]

[...]

P – E da tarefa da 2, porque é que gostaram?

A24 – Porque foi fácil de fazer!

A18 – E as conclusões também foram fáceis.

A9 – Foi engraçado ver que a água [água da torneira] acendia a lâmpada.

(Entrevista, turno 1)

Neste excerto, os alunos do turno um referem que uma das tarefas que mais gostaram foi a tarefa 2 – “Bons e maus condutores” e explicam por que gostaram desta tarefa, afirmando que uma das razões foi o facto de ter sido fácil chegar às conclusões pretendidas e a outra de verificarem que realmente a água da torneira quando intercalada no circuito elétrico conduz corrente elétrica e que a lâmpada acende.

A5 – Aquela da água. [tarefa 2]

[...]

P – Era esta a tarefa que te estavas a referir? [a professora mostra a tarefa 2]

A28 – Sim era essa com a água.

P – E porque é que gostaram mais de realizar estas duas tarefas?

A5 – A tarefa da água [tarefa 2] foi a mais fácil de montar o circuito e depois foi engraçado ver que uma água acendia a lâmpada [água da torneira] e a outra não [água destilada].

A28 – Porque foi a tarefa mais fácil de fazer. Foi engraçado testar os materiais que faziam ou não acender a lâmpada.

A1 – Sim essa foi a mais fácil. Mas no meu grupo a lâmpada não acendeu com nenhuma das águas.

(Entrevista, turno 2)

Também os alunos do turno dois revelam ter apreciado realizar a tarefa 2 e enumeram as razões da sua preferência. Referem a facilidade da construção do circuito, “foi mais fácil montar o circuito”, e o facto, tal como o turno um, de com a utilização da água da torneira terem conseguido acender a lâmpada, referem ainda ter gostado de experimentar materiais diferentes e observar se estes conduziam ou não a corrente elétrica.

Nas notas de campo da professora referentes à realização da tarefa 2 a professora refere: “Os alunos gostaram de montar o circuito e tiveram bastante facilidade em testar os vários materiais. Quando testaram a água destilada e a água da torneira, senti entusiasmo por parte dos alunos, principalmente nos grupos em que a lâmpada acendeu com a água da torneira.” Esta referência corrobora as opiniões dos alunos em relação ao gosto e interesse que demonstraram na realização desta tarefa.

A parte dois da tarefa 4 foi outra das tarefas referidas pelos alunos como uma das que mais gostaram de realizar, como se pode verificar nos excertos da entrevista que se seguem.

P - Das tarefas que realizaram qual a que mais gostaram? Porquê?

A9 – Eu gostei das dos limões. [parte 2 da tarefa 4]

[...]

A8 – Da tarefa 4.

P – E porquê?

A9 – Porque nunca tinha feito uma pilha com limões.

A8 – Foi pena não termos conseguido acender a lâmpada! A stora devia ter trazido mais limões.

A18 – Sim, foi isso, foi engraçado utilizarmos os limões e vermos quando fazíamos as medições da tensão e da corrente que realmente ali se estava a passar qualquer coisa.

(Entrevista, turno 1)

Como se constata no excerto anterior, os alunos demonstram ter gostado de realizar a parte dois da tarefa 4, que consistia na construção de uma pilha através da utilização de limões, referindo as suas razões. Estas são essencialmente a utilização do limão para construir uma pilha, os alunos consideram interessante e um fator de grande motivação a utilização de uma fruta para a construção de uma fonte de tensão.

A6 – Da dos limões. [parte 2 da tarefa 3]

A1 – A tarefa dos limões.

A21 – A tarefa dos limões nem funcionou!

[...]

A16 – Eu também gostei da dos limões

[...]

P – E da tarefa dos limões porque é que gostaram?

A1 – Porque utilizamos limões para fazer uma pilha.

A29 – Apesar de não termos conseguido acender a lâmpada conseguimos fazer um circuito com limões por onde passava eletricidade.

A16 – O giro desta tarefa foi o facto de termos utilizado limões.

(Entrevista, turno 2)

Também os alunos do turno dois manifestam a sua preferência pela parte dois da tarefa 4, enumerando as mesmas razões do outro turno. No entanto, nesta tarefa ambos os turnos referem não terem conseguido acender a lâmpada. Contudo, este facto não causou desmotivação aos alunos ou falta de interesse, antes pelo contrário, os alunos ao verificarem que realmente as pilhas construídas com limões originavam tensão elétrica no circuito e de cada vez que adicionavam um limão esse efeito aumentava queriam continuar a associar limões até conseguirem acender a lâmpada. Nas notas de campo da professora referentes a esta tarefa é possível verificar este facto.

Os alunos acharam interessante a utilização de limões para a construção de uma pilha (...) no final da atividade senti alguma frustração por parte dos alunos por não terem conseguido acender a lâmpada. No entanto, pela primeira vez tive que os mandar sair do laboratório para irem para a aula seguinte. Os alunos queriam continuar a adicionar limões ao circuito até acenderem a lâmpada. Estiveram muito envolvidos nesta atividade...

(Notas de campo da professora, parte 2 da tarefa 4)

Através das notas de campo da professora fica também evidente que os alunos mostraram bastante envolvimento e entusiasmo na realização desta tarefa.

Nem todas as tarefas realizadas foram do agrado dos alunos. Quando confrontados com a pergunta “E a que menos gostaram?” a maioria dos alunos refere a tarefa 1, sendo que alguns também manifestaram não terem gostado da parte três da tarefa 4.

P – E a que menos gostaram? Porquê?

A9 – A que menos gostei foi a primeira.

A8 – Eu também, foi um bocado teórica

A15 – Eu também não gostei da primeira.

[...]

A24 – Mas a primeira foi mesmo a mais chata

A29 – Sim foi um bocado seca porque tinha uma parte muito teórica, mas depois até foi fixe porque nunca tinha feito o circuito e consegui fazer e acender a lâmpada.

(Entrevista, turno 1)

A primeira tarefa realizada era composta por duas partes, uma primeira em que os alunos tinham de ler dois textos e dar a sua opinião sobre o assunto referido no texto e, uma segunda parte, em que também tinham um texto para ler e a partir deste montar o seu primeiro circuito. Entre a primeira e a segunda parte da tarefa realizou-se uma exposição sobre alguns conceitos da matéria. Como nesta primeira tarefa, os alunos não tiveram um papel tão ativo como nas restantes, é interessante verificar que segundo as suas respostas estes consideram esta tarefa “um bocado teórica”. No entanto, nas suas notas de campo referentes a esta tarefa a professora refere: “Na parte dois da tarefa os alunos ficaram entusiasmados com a possibilidade de montarem um circuito para acender a lâmpada. Queriam os materiais para começarem a experimentar”. Mais uma vez fica aqui evidente que os alunos preferem ter um papel mais ativo durante as aulas.

A28 – A primeira.

A1 – Sim a primeira.

[...]

P- E porque é que não gostaram da primeira?

A28 – Era muito teórica.

A1 – Sim, foi a mais chata.

(Entrevista, turno 2)

Neste excerto, referente à entrevista ao turno dois, os alunos também apontam que a tarefa 1 foi uma das que menos gostaram de realizar, justificando que esta “era muito teórica”. Estas afirmações confirmam a preferência que os alunos têm em desempenhar um papel mais ativo durante as aulas.

Alguns alunos referem que não gostaram de realizar a parte três da tarefa 4 e apontam as razões pelas quais não gostaram de realizar esta parte da tarefa.

P – E a que menos gostaram? Porquê?

[...]

A18 – O fim da tarefa dos limões, também não gostei muito. [o aluno refere-se à parte três da tarefa 4]

A9 – Sim também achei um bocado secante, não montamos o circuito e tivemos que fazer uma data de medições.

(Entrevista, turno 1)

A4 - Eu não gostei da parte três da tarefa 4, os circuitos já estavam feitos.

(Entrevista, turno 2)

Os alunos referem que não gostaram da parte três da tarefa 4 “porque os circuitos já estavam montados”. Nesta parte da tarefa 4 foi dado aos grupos várias placas com circuitos com associações de lâmpadas em série e em paralelo (figura 5.5). Os alunos apenas tinham de intercalar o amperímetro e voltímetro e realizarem as medições necessárias, como não houve envolvimento a nível da montagem do circuito, como estavam habituados nas tarefas anteriores, estes sentiram essa diferença o que os levou a gostar menos desta tarefa. A opinião destes alunos vem também confirmar que se sentem mais envolvidos e motivados quando tem de manusear todos os componentes para construírem os circuitos. Depois de analisados todos os dados referentes a esta categoria de análise, pode-se afirmar que os alunos gostaram de realizar tarefas laboratoriais do tipo investigativo, pois consideram que estas lhes permitem ter um papel mais ativo em sala de aula, pelo que se sentem mais envolvidos no seu processo de aprendizagem.

CAPÍTULO VI

DISCUSSÃO, RESULTADOS E REFLEXÃO

FINAL

Com este trabalho pretendeu-se conhecer como o uso do trabalho laboratorial de cariz investigativo promove a aprendizagem do tema corrente elétrica e circuitos elétricos. As questões que o orientam centram-se na evolução das concepções dos alunos acerca de corrente elétrica e circuitos elétricos, nas aprendizagens que realizam no domínio processual e nas estratégias que usam, assim como na avaliação que fazem do uso do trabalho laboratorial de cariz investigativo durante as aulas.

Este capítulo encontra-se dividido em três secções. A primeira é relativa à discussão dos resultados obtidos neste trabalho, na segunda apresentam-se as principais conclusões e, por fim, uma última secção, onde se faz uma reflexão sobre o trabalho realizado.

Discussão

A primeira questão orientadora deste trabalho prende-se com a evolução que ocorre nas concepções dos alunos, nomeadamente no que concerne aos conceitos de circuito elétrico, corrente elétrica, tensão elétrica e condutibilidade elétrica, quando estão envolvidos em tarefas de trabalho laboratorial de cariz investigativo. Assim, pela análise dos resultados verifica-se que os alunos conseguiram ultrapassar algumas das concepções alternativas relativas aos conceitos referidos anteriormente.

Em relação ao conceito de circuito elétrico, verificou-se que no início da lecionação 17,2 % dos alunos indicavam que apenas era necessário o contato entre a pilha e lâmpada, para que a lâmpada acende-se. Este modelo é consistente com o o identificado por alguns autores (e.g., Driver, 1994; Gravina & Buchweitz, 1994; Shipstone, 1985) que o designam de unipolar e que pode ser observado na figura 2.3 (a). No entanto, no final da intervenção constata-se que todos os alunos participantes conseguiram mobilizar o conceito de circuito fechado, deixando de ter esta concepção alternativa. Outras das evoluções que decorrem da mobilização deste conceito, verificadas pela análise dos documentos escritos durante a realização das tarefas, são relativas à distinção entre os dois tipos de associação de recetores, conseguindo, por exemplo, estabelecer relação entre a luminosidade das lâmpadas nas

diferentes associações. Fica também evidente a aquisição de linguagem científica adequada, relativa a esta temática nas suas respostas escritas.

As concepções alternativas que os alunos têm sobre o conceito corrente elétrica também têm sido amplamente estudadas por vários autores. Estudos conduzidos por Driver, Squires, Rushworth e Wood-Robinson (1994), Gravina e Buchweitz (1994) e Shipstone (1985) revelam que os alunos entendem o fluxo de corrente elétrica num circuito como um modelo fonte-consumidor. Ou seja, entendem que no circuito existe uma fonte ou gerador que “fornece algo” ao circuito e um consumidor, neste caso a lâmpada. Analisados os resultados, relativos à questão dois do pós teste, constata-se que alguns alunos mantêm a concepção de que a corrente elétrica vai sendo consumida pelos recetores, representada pelo modelo de atenuação representado na figura 2.4 (c) (Shipstone, 1985). Verifica-se que alguns alunos continuam a não conseguir relacionar a luminosidade das lâmpadas em circuitos com associações de recetores em série, explicam que a corrente elétrica que deixa um terminal da pilha é “gasta” ao passar na primeira lâmpada e, assim, a corrente elétrica que passa na segunda lâmpada é menor logo o seu brilho será menor. Alguns alunos que apresentam este tipo de concepção também confundem energia elétrica com corrente elétrica (Driver, 1994; Gravina & Buchweitz, 1994; Shipstone, 1985). Foi interessante verificar na questão dois, numa das respostas ao pré teste, que um aluno utilizou o modelo de correntes elétricas em choque (figura 2.4 (b) (Shipstone, 1985)) para explicar o brilho das lâmpadas. O aluno explica que a pilha tem dois sentidos de “energia”, logo uma lâmpada brilha mais do que a outra. A utilização deste modelo por parte do aluno sugere que este admite que a corrente elétrica flui de ambos os polos da pilha, que a origem da luz emitida pela lâmpada é originada pelo choque das correntes elétricas e ainda que a corrente elétrica não flui dos polos em igual “quantidade”, justificando desta forma o diferente brilho das lâmpadas. Este aluno no final da intervenção conseguiu ultrapassar esta concepção alternativa. Este resultado é consistente com um estudo efetuado por Gravina e Buchweitz (1994). Ainda que alguns alunos não tenham assimilado que a corrente elétrica se conserva, outros há que referem explicitamente nas suas respostas este facto. Verifica-se, também, que os alunos explicam o comportamento da corrente elétrica nas associações em série e em paralelo, justificando o caminho seguido pela corrente elétrica nas diferentes associações.

Relativamente ao conceito de tensão elétrica, denota-se que os alunos conseguiram mobilizar este conceito. Observando as respostas dadas pelos alunos nas tarefas e no pós teste, torna-se evidente que a maioria dos alunos conseguiu compreender a relação entre a tensão elétrica e corrente elétrica, não se verificando no final das aulas lecionadas a concepção

alternativa identificada nos estudos efetuados por Driver, Squires, Rushworth e Wood-Robinson (1994) e Gravina e Buchweitz (1994), em que a tensão elétrica é tida como uma propriedade da corrente elétrica, em vez de se considerar que a tensão elétrica é a condição essencial para que a corrente flua no circuito. Foi também verificado, neste trabalho, que os alunos identificam a pilha como o dispositivo elétrico que origina a tensão elétrica no circuito. Deste modo, os resultados apontam para uma mudança conceptual dos alunos, i.e., os alunos deixaram de ter a conceção alternativa identificada no estudo desenvolvido por Driver, Squires, Rushworth e Wood-Robinson 1994, no qual os resultados indicam que os alunos consideram a pilha como um reservatório de energia e não como um gerador de tensão elétrica constante no circuito. Constata-se que os alunos compreendem o diferente comportamento da tensão elétrica nos diferentes tipos de associações, justificando-o com base na definição de tensão elétrica, como se observa nas respostas dadas às tarefas.

No que concerne ao conceito de condutibilidade elétrica, dos resultados obtidos verifica-se que os alunos no início das aulas não tinham grandes conceções acerca deste conceito, visto que nas respostas dadas no pré teste, poucos foram os alunos que o mencionaram. Contudo, depois de terminada a intervenção, verifica-se que uma grande percentagem (89,7 %) dos alunos mobilizou este conceito.

A segunda questão orientadora deste trabalho diz respeito às aprendizagens no domínio processual, quando os alunos estão envolvidos em tarefas laboratoriais de cariz investigativo e às estratégias a que recorrem para desenvolverem as suas aprendizagens. Verifica-se, pelos resultados obtidos, que os alunos desenvolveram um conjunto de competências processuais, entre outras, relativas à planificação de experiências, construção de representações de circuitos elétricos, construção de tabelas e tirar conclusões, necessárias à promoção da literacia científica, tal como é recomendado pelas Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais para o 3.º ciclo do Ensino Básico (Galvão, et al., 2001). Existem evidências de que estas competências foram desenvolvidas durante a realização das tarefas, uma vez que todos os grupos conseguiram terminar as experiências planificadas com resultados válidos. Tais resultados são corroborados por Leite (2001), que refere que as tarefas que confrontam o aluno com situações problemáticas, que exijam que ele faça previsões, que planifique estratégias, que implante essas estratégias e que analise os dados recolhidos com o objetivo de tentar encontrar resposta ao problema, são as mais adequadas para promover a aprendizagem de um maior número de conhecimentos procedimentais. Também Lunetta, Hofstein e Clough (2007) referem que o trabalho laboratorial de cariz investigativo promove o conhecimento processual. As competências desenvolvidas durante

a realização das tarefas são consideradas essenciais para a promoção da literacia científica (Galvão, et al., 2001) e estão de acordo com as preconizadas pelos currículos de ciências quer a nível internacional, quer a nível nacional (Galvão, et al., 2001; NRC, 1996)

Relativamente às estratégias utilizadas pelos alunos que facilitaram tanto a aprendizagem de conceitos, como a aquisição de competências ao nível processual, verifica-se que as mais apontadas pelos alunos são a discussão em grupo, a discussão em turma e o *feedback* da professora. A discussão em grupo foi assinalada pelos alunos como uma estratégia utilizada para ultrapassarem dificuldades. Expressões como “discutíamos uns com os outros”, “pensávamos em grupo, ouvíamos as opiniões dos outros membros do grupo”, “fomos ultrapassando as dificuldades a cada tarefa porque trabalhávamos bem em conjunto”, são reveladoras de que a discussão em grupo foi uma estratégia privilegiada no desenvolvimento das tarefas. Tal deve-se, como referem Fontes e Freixo (2004), à interdependência positiva que os alunos desenvolveram. Assim, os elementos de um grupo cooperativo têm não só a responsabilidade de aprender o que o professor ensinou, mas também procurar que todos os elementos do grupo aprendam o mesmo. Estes resultados estão em sintonia com Leitão (2006) e Carneiro (2000), que afirmam que o trabalho de grupo influencia positivamente o resultado final do trabalho realizado, a motivação, o raciocínio, e as competências sociais de cada aluno. Em relação à discussão em turma, os resultados obtidos sugerem que esta estratégia ajudou os alunos a aprender, no sentido de que a partilha de ideias entre os vários grupos contribuiu para que algumas dificuldades sentidas fossem ultrapassadas.

O *feedback* da professora é também identificado pelos alunos como estratégia facilitadora das suas aprendizagens. Na entrevista em grupo focado, os alunos referem “ouvíamos as orientações da professora”, “a professora também dava ideias” e “com a ajuda da professora”. Estas expressões são demonstrativas de que os alunos consideram o *feedback* da professora fundamental para a construção do seu conhecimento. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por um estudo efetuado por Avões (2015), onde é referido que o “feedback aplicado pela professora cumpriu a sua principal função: auxiliar os alunos a tomarem consciência das suas dificuldades, mobilizando estratégias para as superar, aumentando a sua capacidade de autorregulação e o seu envolvimento na escola”(p- 87).

Relativamente à terceira questão deste estudo, que tem o seu foco na avaliação que os alunos fazem ao uso de tarefas laboratoriais de cariz investigativo, os resultados evidenciam que os alunos gostaram de realizar este tipo de tarefas, considerando que a sua aprendizagem foi mais significativa desta forma. Os alunos manifestaram preferências

quanto às tarefas que mais gostaram de realizar, apontando a tarefa 2 e a parte dois da tarefa 4 como as que mais gostaram. Os motivos referidos pelos alunos prendem-se com a facilidade de execução da tarefa, tanto ao nível da construção do circuito como a simplicidade em chegar às conclusões pretendidas, relativamente à tarefa 2. No que concerne à parte dois da tarefa 4, os alunos referem o uso do limão para construir uma pilha. O facto de se utilizarem, nas duas tarefas referidas, materiais do quotidiano dos alunos constitui-se como um fator de motivação. No entanto, os alunos apontam a tarefa 1 e a parte três da tarefa 4 como as que menos gostaram de executar, referindo como principal motivo o menor envolvimento na construção dos circuitos. Mais uma vez estes resultados demonstram que os alunos preferem desempenhar um papel mais ativo em sala de aula.

Em termos gerais, pode-se afirmar que os alunos gostaram de estar envolvidos neste tipo de tarefas, pois afirmam que o papel mais ativo que desempenharam na sua realização, torna a aprendizagem mais motivante e significativa. Esta avaliação está em sintonia com os resultados obtidos em vários estudos que envolveram o uso deste tipo de tarefas (e.g., Baptista & Freire, 2006; Barros, 2014; Cunha 2009; Matoso 2001).

Conclusão

Com a implementação desta proposta didática foi possível que os alunos desenvolvessem as competências essenciais para a promoção da literacia científica, preconizadas nas Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais para 3.º Ciclo do Ensino Básico (Galvão, et al., 2001). Ao longo da realização das cinco tarefas de trabalho laboratorial de cariz investigativo, os alunos tiveram oportunidade de formular hipóteses, planificar e executar experiências, registar e interpretar os dados obtidos, comunicar conclusões e refletir sobre o trabalho desenvolvido. Este processo, desenvolvido ao longo das tarefas, conferiu aos alunos um papel mais ativo em sala de aula. Envolvendo-os de forma ativa na construção da sua aprendizagem. Esta nova dinâmica de trabalho em aula, relativa quer ao papel do aluno, quer ao modo de aprender, trouxe consigo algumas dificuldades iniciais. Os alunos, habituados a um ensino expositivo e centrado no professor, sentiram algumas dificuldades em assumir um papel mais ativo na sua aprendizagem. Apesar das dificuldades iniciais, que progressivamente foram sendo ultrapassadas, estas tarefas permitiram realizar diversas aprendizagens.

Constataram-se aprendizagens em vários níveis, nomeadamente em termos de compreensão e utilização de conceitos e linguagem científica, planeamento de experiências, organização de dados e formulação e comunicação de conclusões. Nestas aulas, a professora

teve o papel de orientadora, acompanhando o trabalho dos vários grupos. Para aprenderem, os alunos adotaram várias estratégias, tais como discussão em grupo e em turma e *feedback* da professora.

A avaliação que os alunos fizeram destas tarefas, traduz-se num balanço muito positivo. Os alunos reconhecem que estas tarefas contribuíram para uma aprendizagem mais significativa, pois encontram-se mais envolvidos no seu processo de aprendizagem. Os alunos referem que gostam mais de realizar este tipo de tarefas, em comparação com o ensino tradicional. Como conclusão pode-se afirmar, à luz dos resultados obtidos, que a utilização de tarefas laboratoriais de cariz investigativo, acarreta consigo grandes potencialidades, que contribuem para o desenvolvimento das competências preconizadas nas Orientações Curriculares para o 3.º Ciclo do Ensino Básico, fomentando o desenvolvimento da literacia científica considerada como um aspeto fundamental na educação em ciências.

Reflexão final

Refletindo sobre o trabalho desenvolvido ao longo da implementação da proposta didática, não posso deixar de constatar que este se revelou um enorme desafio que acarretou consigo muitas dificuldades. Todas as fases da proposta didática, desde a conceção de tarefas e planificação das aulas, à lecionação e reflexão após cada aula, constituíram um enorme desafio. Desafio esse que de início encarei como uma dificuldade, mas que no final se transformou em aprendizagens que realizei. Os momentos de discussão e partilha de ideias, com colegas e professores, acerca da construção das tarefas, planificação de aulas e estratégias utilizar, contribuíram em larga escala para que as minhas dificuldades se transformassem em aprendizagens.

Nas primeiras aulas da intervenção, deparei-me com a grande dificuldade de acompanhar oito grupos de trabalho. De facto, a gestão simultânea de vários grupos que trabalham a ritmos diferentes não é uma tarefa fácil. O facto de os alunos não estarem familiarizados com esta nova dinâmica de sala de aula, em que assumem um papel ativo na sua aprendizagem e que o papel da professora passa a ser de orientadora, fez com que numa fase inicial, solicitassem com muita frequência a minha orientação, o que por vezes foi difícil de gerir. No entanto, esta dificuldade foi se tornando cada vez menor. Aprendi que, por vezes, é necessário parar e fazer um ponto da situação para esclarecer dúvidas comuns a todos os grupos, rentabilizando desta forma o meu trabalho. A segmentação de algumas tarefas, por mais de uma aula, foi também um fator condicionante, pois os alunos de uma aula para a outra demonstravam dificuldades em relembrar o que já tinha sido feito. Face a

esta situação, optei por realizar no início de cada aula uma revisão em turma acerca do trabalho desenvolvido.

A cada tarefa que passava, fui-me tornando mais à vontade e confiante em relação a esta nova dinâmica de sala de aula, em que passei a assumir um papel de orientadora do trabalho dos alunos. Tive que aprender a ouvir os diferentes grupos e a pedir que comentassem a intervenção uns dos outros, promovendo desta forma a discussão em turma. Contudo, tive de aprender a intervir nesta discussão para que esta não se prolongasse no tempo sobre pena de não ser concluída. O gosto e o interesse que os alunos foram desenvolvendo ao longo da realização de cada tarefa contribuiu para que tivesse força para continuar a empenhar-me ao máximo neste desafio, superando os obstáculos com que me deparava.

No início da frequência deste Mestrado trazia comigo uma ideia muito redutora acerca do ensino e do papel do professor. Hoje, posso afirmar, que adquiri uma visão mais global e um conhecimento mais consciente e integrado do que é ser professor. Entendo que ser professor é muito mais do que simplesmente ensinar, é contribuir para todo o desenvolvimento do aluno, é participar ativamente em todo o seu processo de formação para a sua vida adulta, não só pela transmissão de conhecimentos, mas também pela transmissão de valores e atitudes. É função do professor conhecer os seus alunos e trabalhar estratégias que os estimulem, envolvendo-os nas aulas e no processo de aprendizagem.

Sei que esta fase é o início de um percurso. O professor deve estar constantemente a atualizar-se, procurando novas formas de inovar e melhorar o seu trabalho em sala de aula, para corresponder às novas demandas que se revelam nos mais diferentes contextos educacionais. Levo um conjunto de aprendizagens que em muito me irão ajudar na minha prática letiva e que contribuirão para um novo olhar do processo de ensino e aprendizagem. Passei de uma lógica de ensinar conteúdos, devidamente estruturados em programas e apoiados por manuais, para uma lógica de aprendizagem, em que cada aluno desenvolve um conjunto de competências essenciais - transversais e disciplinares, de acordo como as suas potencialidades e dificuldades, numa integração complexa de saberes.

A introdução da investigação sobre a prática é outra aprendizagem que considero ter realizado neste Mestrado e que considero fundamental para o meu futuro enquanto professora. A investigação sobre a prática contribui para uma atitude reflexiva e crítica sobre o meu desempenho enquanto professora, conduzindo a melhorias ao meu próprio desempenho. Fiquei munida de um conjunto de ferramentas que me permitem no futuro,

perante um problema com que me depare na prática profissional, delinear uma investigação e encontrar soluções fundamentadas em evidências.

Em suma, este Mestrado constituiu-se um marco de grande relevo quer ao nível do meu desenvolvimento profissional, quer a nível pessoal, que me permitiu outra visão sobre o ensino e sobre o que é ser professora. Saio daqui com um outro EU: um eu que aprendeu a construir tarefas desafiantes para os seus alunos e a realizá-las na sala de aula; um eu que aprendeu a dar importância às dificuldades e aprendizagens dos seus alunos; um eu que aprendeu a refletir sobre a sua prática; um eu que passou a ter consciência da importância do trabalho colaborativo nas escolas (para este eu foi essencial o papel da professora cooperante, a articulação entre escola e universidade, e o trabalho colaborativo nas sessões da prática profissional no IE); um eu que aprendeu o que é a investigação em educação e como se pode colocá-la em prática; e, por último, um eu que passou a olhar de outro modo para a sala de aula e para os seus alunos.

REFERÊNCIAS

- Afonso, A., & Leite, L. (2000). Conceções de futuros professores de Ciências Físico-Químicas sobre a utilização de atividades laboratoriais. *Revista Portuguesa de Educação*, 13, . 185-208.
- Afonso, N. (2005). *Investigação naturalista em educação. Um guia prático e crítico*. Lisboa: Edições ASA.
- Almeida. (2003). *Trabalho Prático no ensino da Física no Ensino Básico - Dissertação de Mestrado*. Universidade de Aveiro.
- Almeida, A. (2001). (Re)Pensar o Ensino das Ciências. *Educação em ciências e trabalho experimental: emergência de uma nova conceção*, 51-73. Lisboa: Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário.
- Avões, P. M. (2015). *O Feedback dos professores e envolvimento dos alunos na escola: Um estudo com alunos do 9.º ano*. Tese de Mestrado. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Baptista, M., & Freire, A. (2006). Investigações em aulas de Ciências Físico Químicas. Mudanças nas percepções dos alunos do 8.º relativamente ao ensino e à avaliação. *Investigar em Educação*, 5, . 237-257.
- Barros, P. R. (2014). *Tarefas de investigação na aprendizagem de reações químicas: Um estudo com alunos do 8.º ano*. Tese de Mestrado. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Bento, A. (Abril de 2012). Investigação quantitativa e qualitativa: Dicotomia ou Complementaridade? *Revista JA (Associação Académica da Universidade da Madeira)* ,. 40-43.
- Black, P., & Wiliam, D. (setembro de 2010). Inside the black box: Rasing standards through classroom assessment. *Kapan Classic*, 92, . 81-90.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bresler, L. (2000). Metodologias qualitativas em Educação Musical. *Revista Musica, Psicologia e Educação*, 2, . 5-26.
- Bybee, R. w., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Prigins, Effectiveness, and Aplications. Executive Summary*. Colorado Springs: BSCS.
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique - Didáctica da Ciencias Experimentales*, 38, 8-18.

- Cachapuz, A., Malaquias, F., Martins, J. P., Thomaz, F., & Vasconcelos, N. (1989). O trabalho experimental nas aulas de física e química: uma perspetiva nacional. *Gazeta Física*, 12, 65-69.
- Carneiro, R. (2000). *Educar Hoje - Ajudar a Aprender*. Lisboa: Lexicultural.
- Chalmers, A. (1994). *Que es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo veintiuno.
- Correia, M., & Freire, A. (junho de 2009). Trabalho laboratorial e práticas de avaliação de professores ne ciências físico-químicas do ensino básico. *Ensaio*, 11.
- Cunha, M. (2009). *Atividades de investigação do ensino da química: Um estudo com alunos do 8.º ano de escolaridade*. Tese de Mestrado. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- D.E.B. (1995). *Programa de Ciências Físico-Químicas. 3º ciclo*. Lisboa: Ministério da Educação.
- D.E.B. (2001). *Curriculum Nacional do Ensino Básico: competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Decreto-Lei nº 286/89, de 29 de agosto. (1989). DIARIO DA REPUBLICA - 1.ª SERIE, Nº 198, de 29.08.1989, Pág. 3638. Obtido em 2016, de <https://dre.tretas.org/dre/37328/>
- Decreto-Lei nº6/ 2001 18 de janeiro Ministério da Educação. (2001). DIÁRIO DA REPÚBLICA I SÉRIE-A nº 15, 18 de Janeiro de 2001. pág 258. Obtido em 2016, de http://www.dgae.mec.pt/web/14650/dservico_cadernos_legislacao
- Dourado, L. (2001). Tese de douturamento. *O trabalho prático no ensino das ciências naturais: Situação atual e implementação de propostas inovadoras para o trabalho laboratorial e o trabalho de campo*. Universidade do Minho. Instituto de educação e Psicologia.
- Driver R., A. S.-R. (1994). *Making sense of secondary science. Research into children's ideas*. London: Routledge.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's Ideas in Science*. Philadelphia: Open University Press.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). Electricity. Em R. Driver, A. Squires, P. Rushworth, & V. Wood-Robinson, *Making Sense of Secondary Science. Research into children's ideas*. 106-114. London: Routledge Falmer.
- Duit, R. (1993). Research on student's conceptions - developments and trends. *The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. 1-32. Ithaca, NY: Misconceptions Trust.
- Duit, R., & Treagust, D. (2003). A Powerful for Improving Science Teaching and Learning. *International Journal of Science Education*, 25, 671-688.

- Fernandes, D. (1991). Notas sobre os paradigmas da investigação em educação. *Noesis* (18), 64-66.
- Figueiroa, A. (2003). Uma análise das atividades laboratoriais incluídas em manuais escolares de Ciências da Natureza (5º ano) e das concepções dos seus autores. *Revista Portuguesa de Educação*, 16, 193-230.
- Fiolhais, C., António José Ferreira, B. C., Carlos Portela, F. B., Ventura, G., Nogueira, R., & Rodrigues, S. (2013). *Metas Curriculares do 3º Ciclo do Ensino Básico: Ciências Físico - Químicas*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Fontes, A., & Freixo, O. (2004). *Vygotsky e a aprendizagem cooperativa*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Freire, A. (1993). Um olhar sobre o Ensino da Física e da Química nos últimos cinquenta anos. *Revista da educação*, 3, 37-49.
- Freire, A. (Novembro de 2005). Ensino da Física para os alunos da escolaridade obrigatória. *Mesa redonda apresentada nos Debates 1: A Física nos Ensinos Básico e Secundário*. Braga: Encontro de Educação em Física: Do Ensino Básico ao Superior do Século XXI.
- Galvão, C., Adelaide Neves, A. M., Lopes, A. M., Santos, M. d., Vilela, M. d., Oliveira, M. T., & Pereira, M. (junho de 2001). Orientações Curriculares 3º Ciclo. *Ciências Físicas e Naturais*. Mem Martins, Lisboa: Ministério da Educação.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de Competências em Ciências*. Porto: ASA.
- Gravina, M. H., & Buchweitz, B. (1994). Mudanças nas Concepções Alternativas de Estudantes Relacionadas com Eletricidade. *Revista Brasileira de Ensino da Física*, 16, 110-119.
- Hargreaves, A. (2003). *O ensino na sociedade do conhecimento: Educação na era da insegurança*. Porto: Porto Editora.
- Hayson, J., & Bowen, M. (2010). *Predict, Observe, Explain. Activities Enhancing Scientific Understanding*. Virginia: NSTA press.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science. Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 5, 247-264.
- Hofstein, A., & Mamiok-Naaman, R. (2007). The laboratory science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 105-107.

- Keeley, P., & Harrington, R. (2014). *Uncovaring Student Ideas in Physical Science* (Vol. 2). Virginia: NSTA press.
- Klainin, S. (1988). Pratical work and science education. Em P. Fensham, *Development and dilemmas in science education*. 169-189. Londres: Falmer Press.
- Leitão, F. A. (2006). *Aprendizagem cooperativa e Inclusão*. Mira-Sintra: Edição do autor.
- Leite, C., & Fernandes, P. (2002). *Avaliação das aprendizagens dos alunos - Novos contextos, novas práticas*. Porto: ASA Editores.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentda do trabalho laboratorial no ensino das ciências. Em H. V. Caetano, & M. G. Santos, *Cadernos Didáticos de Ciências*, 1, 77-96. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Leite, L. S. (1993). *Concepções Alternativas em Mecânica: Um contributo para a compreensão do seu conteúdo e persistência*. Tese de Douturamento. Minho: Universidade do Minho, Instituto de Educação.
- Leite, L., & Dourado, L. (2005). *A reorganização curricular do Ensino Básico e a Utilização de atividades laboratoriais em Ciências da Natureza*.
- Leite, L., & Esteves, E. (2005). Atividades laboratoriais e evidências indiretas: Um estudo com futuros professores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4.
- Lüdke, M., & André, M. E. (1986). *Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas*. Edições EPU.
- Lunetta, V., Hofstein, A., & Clough, M. P. (2007). Learning and Teaching in the School Sience Laboratory: An Analysis of Reserch, Teory and Prattice. Em S. Abell, & N. Lederman, *Handbook of Research on Science Education*. 393-441. Lawrence Erlbaum Associates.
- Lutkus, A. D., Lauko, M., & Brockway, D. (2006). *The Nation's Report Card: Trial Urban District Assessment Science 2005 (NCES 2007-453)*. U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Matoso, C. (2011). *Aprender química através de tarefas de investigação: Um estudo com alunos do 8.º ano de escolaridade*. Tese de Mestrado. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Melo, O. M. (2007). Dissertação de Mestrado, documento não publicado. *Estudo do papel das tarefas na aprendizagem de Ciências Físicas no Ensino Básico*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Menino, H. L., & Correia, S. O. (dezembro de 2001). Concepções alternativas: ideias das crianças acerca do sistema reprodutor humano e reprodução. *Educação & Comunicação*, 4, 97-117.

- Neves, M., Caballero, C., & Moreira, M. (2006). Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da física, em sala de aula: um estudo exploratório. *Investigações em Ensino das Ciências*, 11, 383-401.
- NRC, N. R. (1996). *National Science Educational Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC, N. R. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- NSTA, N. S. (2004). *Investigating safely; A guide for high school teachers*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Pacheco, M. T. (2007). Tese de Mestrado em Ensino de Física e Química. *Manuais escolares de ciências Físico-Químicas do 3º Ciclo do Ensino Básico*. Universidade de Aveiro.
- Patton, M. (2002). *Qualitative research & Evaluation methods*. London: Sage Publications Ltd.
- Pinto, J., & Santos, L. (2006). *Modelos de avaliação de aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Pires, D. (2001). Tese de Douturamento em Educação (Didática das Ciências). *Práticas pedagógicas inovadoras em educação científica - Estudo no 1º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. Lisboa:APM.
- Ponte, J. P., Quaresma, M., & Branco, N. (2011). Tarefas de exploração e investigação na aula de matemática. *Educação Matemática em Foco*, 9-29.
- Proença, N. M. (2012). Dissertação Mestrado em Educação. *O Conhecimento Profissional do Professor de Informática em Formação Inicial*. Lisboa: Universidade de Lisboa Instituto de Educação.
- Ribeiro, J. L., & Newmann, C. R. (2012). Estudos qualitativos com o apoio de Grupos Focados. *XIII SEPROSUL - Semana de la Ingeniería de Producción Sudamericana*, 1-9. Gramado - Brasil.
- Shipstone, D. (1985). Electricity in Simple Circuits. Em R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien, *Children's Ideas in Science*. 33-66. Philadelphia: Open University Press.
- Silva, J. L., & Leite, L. (1997). Atividades Laboratoriais em manuais escolares: Proposta de critérios de análise. *X Congreso de ENIGA, Boletim da Ciencias, ano X, nº 32*. 259-264. Santiago de Compostela: Asociación de Ensinantes de Ciencias de Galicia.
- Tavares, C., & Martins, D. (2004/2005). *A observação*. Obtido de <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/observacaot1.pdf>.

- Valadares, J. (janeiro de 2006). O Ensino Experimental das Ciências: do conceito à prática: Investigação/ Ação/ Reflexão. *Proformar Online*. Obtido de http://proformar.pt/revista/edicao_13/pag_1.htm
- Wellington, J. (1998). *Practical work is science: Time for a reappraisal*. Londres: Routledge.
- Wellington, J. (2000). *Teaching and learning secondary science: Contemporary issues and practical approaches*. London and New York: Routledge.

APÊNDICES

APÊNDICE A

TAREFAS

Tarefa 1 – Circuitos elétricos

Parte 1

Lê atentamente as notícias seguintes:

Médicos fazem ventilação manual para salvar bebê em hospital sem luz

A energia do hospital em Osasco faltou na segunda-feira. Em seguida, o gerador foi ligado, mas ao fim de cinco horas de uso parou.

A pequena Maria Luiza tem menos de um mês de vida e já é uma guerreira. Nasceu no dia 13 de dezembro, prematura, com apenas seis meses. Por isso, ainda está no hospital, em Osasco, na grande São Paulo. Na segunda-feira, durante um apagão provocado por um problema simples mas que quase levou a dez horas para ser resolvido, parecia que o pior ia acontecer. Até que mãos salvadoras de médicos e enfermeiras apareceram para ajudar.

A iluminação vinha de uma lanterna movida a bateria. A incubadora que aquece os prematuros também deixou de funcionar.

O Globo, 11/01/2015

Falta de energia elétrica mata 17 mil frangos de calor

No sábado, a falta de energia elétrica das 16 horas às 21 horas fez com que pelo menos quatro aviários da localidade de Subida ficassem sem refrigeração. O produtor Osmar de Souza, que tinha até sábado cerca de 24 mil frangos, perdeu 1,8 mil animais por causa do calor. Ao todo, 17 mil aves morreram na região.

Jornal de Santa Catarina, 22/12/2014 (adaptado)

Textos retirados de Físico-Química Desafios 9º ano, Guia de recursos do professor, Santillana, p. 286

1. Identifica o assunto das notícias e num pequeno texto escreve a tua opinião sobre o mesmo.

Parte 2

Lê atentamente o texto seguinte:

Um circuito elétrico assemelha-se, em alguns aspetos ao sistema circulatório do corpo. Os vasos sanguíneos, as artérias, as veias e os capilares são como os fios de um circuito. Os vasos sanguíneos transportam o sangue pelo corpo e os fios de um circuito transportam as cargas elétricas.

O coração é a bomba que impele a circulação do sangue no corpo. Este gera a pressão necessária para que o sangue circule. O sangue circula pelo corpo abastece diversos órgãos, como os músculos, o cérebro e o sistema digestivo. Uma pilha ou um gerador fornece a tensão que empurra as cargas elétricas pelo circuito. Por exemplo para uma lâmpada de uma lanterna funcionar, esta tem de ser ligada através de fios condutores a uma pilha. Com o circuito fechado, as cargas elétricas podem circular e provocar a produção de luz pela lâmpada.

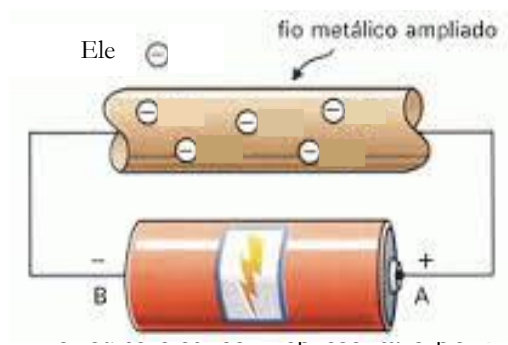
<http://tecnologia.hsw.uol.com.br/circuitos.htm> (adaptado) 08/01/2016

1. Identifica no texto os dispositivos elétricos necessários para construir um circuito elétrico que permita acender e apagar uma lâmpada.
2. Planeia um circuito elétrico que permita apagar e acender uma lâmpada. Deves indicar o nome de todos os dispositivos elétricos do teu circuito, a respetiva função e representa-lo.
3. Monta o circuito que planeaste. Se o teu circuito não funcionar procura a causa e tenta de novo.
4. Qualquer circuito elétrico é sempre representado por diagramas ou esquemas elétricos, fazendo corresponder a cada dispositivo elétrico o seu símbolo. Pesquisa no manual os símbolos dos dispositivos elétricos que utilizastes no teu circuito e volta a representa-lo.
5. Associa o símbolo do dispositivo elétrico que possa ter uma função análoga às palavras sublinhadas no contexto do sistema circulatório.

Os vasos sanguíneos transportam o sangue pelo corpo. O coração é a bomba que impele a circulação do sangue no corpo. Este gera a pressão necessária para que o sangue circule. O sangue circula pelo corpo abastece diversos órgãos.

Parte 3 – Vai mais além...

Observa a figura seguinte:



elétrica prevê qual o sentido da corrente elétrica num fio de setas na figura acima.

Parte 4 – Para refletir

1. Indica o que aprendeste com a realização da tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.

Tarefa 2 – Bons e maus condutores

Observa o seguinte diálogo entre a Margarida e o Afonso à saída das aulas.



Vamos descobrir qual dos amigos tem razão...

1. Formula hipóteses que permitam descobrir qual dos amigos tem razão.
2. Planeia uma atividade que permita testar as tuas hipóteses. Utiliza os materiais que tens à tua disposição e o teu manual.
3. Representa o esquema do circuito elétrico que vais utilizar.
4. Constrói uma tabela para registar os resultados obtidos.
5. Realiza a atividade, tendo o cuidado de registar todas as observações na tabela que construístes.
6. Tira conclusões.

Vai mais além ...

Lê atentamente a notícia seguinte:

“ALTA VOLTAGEM PARA TRATAR CANCRO”

Em Londres, investigadores do *Imperial College* testam um novo sistema para tratar o cancro do pâncreas. A intervenção é especialmente importante para os pacientes que não podem ser operados.

Em numerosos casos, a cirurgia é posta de lado devido ao risco de danificação de órgãos ou de vasos sanguíneos. O novo tratamento desenvolvido *pelo Imperial College* é efetuado com a ajuda de um dispositivo chamado *nanoknife*, numa tradução livre, em português “nano bisturi”.

“Entre as duas agulhas temos alta tensão, três mil volts. Essa alta tensão perturba as membranas das células e dá origem a pequenos orifícios dentro da membrana das células. No fundo, trata-se de criar orifícios na estrutura que reveste as células”, explicou Edward Leen, professor de Radiologia do *Imperial College* de Londres. “Quando os orifícios aparecem na membrana das células é como se as células se suicidassem. As células morrem. É como se tivéssemos vários buracos na pele e os fluidos saíssem, neste caso acontece a mesma coisa”, acrescentou o investigador. O método está atualmente a ser testado no Hospital Privado *Princess Grace* em Londres. Não se trata de uma cura mas de um método que deve ser usado em conjunto com outras terapias. “Os dados que recolhemos demonstram que podemos controlar a doença mas não se trata de uma cura e, no caso do cancro do pâncreas, recomendamos que se faça também quimioterapia”, indicou Edward Leen.

Excerto adaptado de Euronews, 29-09-2014

<http://pt.euronews.com/2014/09/29/alta-voltagem-para-tratar-cancro/> (consultado em Janeiro de

1. Identifica no texto uma aplicação da corrente elétrica na atualidade.
2. O corpo humano é um bom ou mau condutor de corrente elétrica? **Justifica.**

Para refletir...

1. Indica o que aprendeste com a realização da tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.

Tarefa 3 – Associações de recetores

Imagina que trabalhas no departamento de engenharia de uma fábrica de brinquedos e que o diretor te pede para apresentares dois circuitos elétricos diferentes para o fabrico de dois carrinhos de polícia de brincar.

Os carrinhos deverão ter três lâmpadas, duas de presença, na parte frontal, e outra de emergência, no tejadilho. Pretende-se que num dos carrinhos todas as lâmpadas sejam acionadas pelo mesmo interruptor e, no outro carrinho, que as lâmpadas de presença liguem em simultâneo e sejam acionadas pelo mesmo interruptor,

independentemente da lâmpada de emergência. Esta deve ser acionada por outro interruptor, com funcionamento independente do anterior.



1. Desenha dois esquemas de circuitos elétricos que representem as duas situações descritas. O esquema A deve corresponder ao circuito em que todas as lâmpadas são acionadas em simultâneo pelo mesmo interruptor e o esquema B deve corresponder ao circuito em que as lâmpadas de presença funcionem em simultâneo, mas independentemente da lâmpada de emergência.
2. Planifica uma atividade que te permita testar os teus circuitos. Deves observar a luminosidade das lâmpadas nos dois circuitos, bem como o que acontece em cada um dos circuitos ao abrir e fechar um interruptor e quando se desenrosca cada uma das lâmpadas.
3. Constrói uma tabela para registares os resultados obtidos.
4. Realiza a atividade
5. Tira conclusões.

Vai mais além...

Tendo em conta a atividade realizada, qual dos dois circuitos é mais útil numa habitação? **Justifica a tua escolha.**

Para refletir...

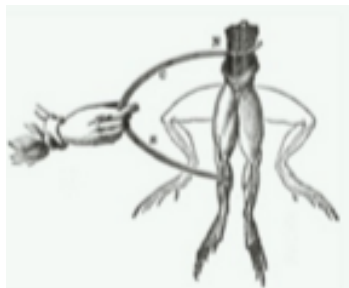
1. Indica o que aprendeste com a realização da tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.

Tarefa 4 – Corrente elétrica e tensão elétrica

Parte 1

Um debate científico no século XVIII

A invenção da pilha de Volta foi acompanhada de uma acesa polêmica entre o físico Alessandro Volta e o anatomista Luigi Galvani. Galvani observou, entre outros fenômenos,



que as pernas de uma rã, penduradas num arame, se contraíam, vivamente, de cada vez que se tocava, com um arco bimetálico ao mesmo tempo, nos extremos de um músculo e de um nervo. Convenceu-se de que tal fenômeno mostrava a existência de “eletricidade animal”. Volta repetiu as experiências de Galvani também com pernas de rã e concluiu

que a origem do fenômeno de contração das pernas de rã nada tinha a ver com as rãs, mas, sim, exclusivamente com o contato de dois metais diferentes.

A pilha nasceu como resultado da tentativa de Volta de produzir efeitos elétricos diretos mais fortes a partir de pares metálicos. Inicialmente, Volta tentou colocar vários pares metálicos em série, mas observou que o efeito era igual ao de um único par metálico. Depois de várias tentativas fracassadas, Volta aprendeu a combinar placas metálicas e condutores não-metálicos para somar os efeitos individuais dos pares metálicos. Colocando algumas dezenas de elementos empilhados uns sobre os outros, era possível sentir choques bastante fortes.



Texto adaptado de Ciências Físico-Químicas, 8º ano, Didática Editora, p. 183 e de Preparar para os testes 9, Areal Editores pag. 73

1. Indica com base no texto quais foram as condições que se reuniram nas experiências realizadas pelo anatomista Luigi Galvani que conduziram à invenção da pilha de Volta.
2. Descrevam como Alessandro Volta obteve valores de tensão superiores e capazes de fazer sentir choques elétricos bastante fortes?

Parte 2

Lê o seguinte diálogo entre a Margarida e o Afonso depois da aula de Física e Química, onde foi discutida a constituição da pilha de Volta:



Vamos ajudar o Afonso e a Margarida a investigar...

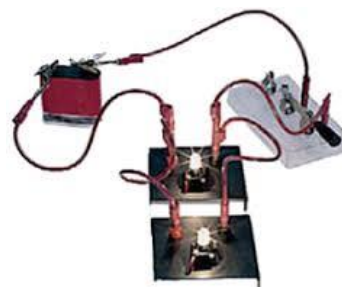
1. Formula hipóteses que ajudem os dois amigos na sua investigação.
2. Planeia uma atividade para testar as hipóteses formuladas. Não te esqueças de indicar todo o material e representares esquematicamente o circuito utilizado.
3. Constrói uma tabela para registares os resultados obtidos.
4. Realiza a atividade
5. Tira conclusões

Parte 3

Na aula de Física e Química a Margarida e o Afonso instalaram os circuitos elétricos representados na seguinte figura:



(1)



(2)

Em seguida, mediram os valores de tensão elétrica e de corrente elétrica de cada um dos circuitos. Desmontaram os componentes e arrumaram todo o material e só depois repararam que não tinham registado as medições efetuadas.

Ajuda-os a realizar de novo as medições...

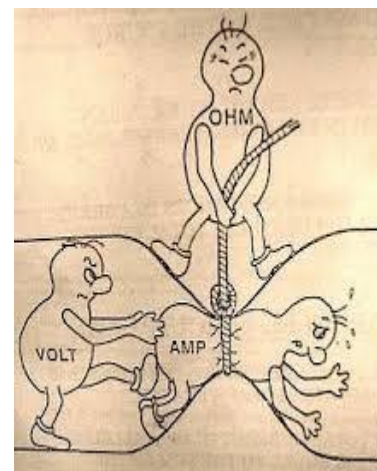
1. Planeia uma atividade para ajudares a Margarida e o Afonso a resolverem o seu problema. Não te esqueças de indicar todo o material, representares esquematicamente cada circuito e identificares o tipo de circuito.
2. Constrói uma tabela para registares os resultados obtidos.
3. Realiza a atividade
4. Tira conclusões

Para refletir...

1. Indica o que aprendeste com a realização da tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.

Tarefa 5 - Resistência elétrica

Nem todas as correntes elétricas são iguais, com vários fatores a afetarem o fluxo de eletrões. Quando uma bateria é ligada a uma lâmpada, a corrente elétrica que flui depende da tensão ou diferença de potencial aplicada pela bateria e da resistência da lâmpada. Imagine uma bomba a empurrar água por um cano: a bateria é a bomba; a tensão é a «diferença de pressão» ao longo do cano. Aumente a tensão e a corrente também aumenta. A resistência da lâmpada, expressa em ohms, é a medida de quão difícil é a corrente passar. Como ao bombear água por um cano meio entupido, quanto maior a resistência, menor a corrente elétrica final: isto é, a corrente (ampere) é a tensão (volt) dividida pela resistência (ohm).



Excerto adaptado de Revista Quero Saber, n.º 3, junho de 2013

1. Sublinha no texto palavras que não conheças e pesquisa no teu manual o seu significado.
2. A figura do texto procura ilustrar uma lei que estabelece a relação entre as três grandezas físicas referidas no texto. Pesquisa essa lei no teu manual e enuncia-a.
3. Planeia uma atividade que te permita testar a lei de Ohm.
4. Constrói uma tabela para registares os resultados obtidos.
5. Realiza a atividade.
6. Constrói um gráfico que permita verificar a lei de Ohm.
7. Tira conclusões.

Vai mais além...

O candeeiro da Margarida tem um interruptor diferente. É um botão rotativo, e à medida que roda, a luminosidade aumenta. Com base no que aprendeste na tarefa tenta explicar o funcionamento deste candeeiro.

Para refletir...

1. Indica o que aprendeste com a realização da tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.

APÊNDICE B

PLANIFICAÇÃO DAS AULAS

Desenvolvimento de aula da tarefa 1 – Circuitos elétricos (90 min)

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos	Materiais
I. Introdução da nova unidade temática	2 min	Ouvirem com atenção as informações acerca do desenvolvimento da nova unidade temática <u>Dificuldades:</u> Os alunos podem colocar dúvidas acerca do modo de como vão trabalhar e como se vai desenvolver a unidade temática	Explica que se irá dar início a uma nova temática: Corrente elétrica e Circuitos elétricos. Explica como vão decorrer as aulas subjacentes a esta temática, nomeadamente em relação ao tipo de tarefas a desenvolver e como se vão desenvolver, informado que as tarefas são de carácter laboratorial e que os alunos irão trabalhar em grupo. Informa aos alunos que estes serão avaliados ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem através de uma avaliação formativa.	Mostrar compreensão acerca do desenvolvimento da nova unidade temática	
II. Introdução da tarefa , parte 1 (coletivo)	5 min	Ouvirem com atenção a explicação acerca do desenvolvimento da tarefa. Ouvirem com atenção a leitura do texto da tarefa <u>Dificuldades:</u> Os alunos podem colocar dúvidas acerca do texto	A professora distribui aos alunos a tarefa, explicando que esta tem como objetivo a introdução da nova temática, a duração da parte 1 da tarefa e reforçando que durante toda a tarefa os alunos estão a ser avaliados. A professora pede a um aluno que leia em voz alta o texto da tarefa da parte 1 A professora questiona os alunos se têm dúvidas acerca do texto.	Mostrar compreensão sobre o texto	Projektor Computador Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autónomo (grupo) III. Resolução da <u>questão 1.</u> Identifica o assunto a que se refere a notícia e num pequeno texto escreve a tua opinião sobre o mesmo.	5 min	Os alunos identificam que o assunto tratado no texto é a importância da eletricidade no dia-a-dia e justificam a sua importância através de vários argumentos que traduzam a sua importância, referindo que o impedimento da sua utilização condiciona praticamente todas as nossas atividades diárias. <u>Dificuldades:</u> - em identificar o assunto a que se refere o texto - em dar a sua opinião acerca da importância da eletricidade	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo	Mostrar compreensão que o assunto abordado no texto é a importância da eletricidade no dia-a-dia. Saber justificar a razão da importância da eletricidade no dia-a-dia.	Enunciado da tarefa em papel
IV. Discussão coletiva	5 min	Os alunos apresentam as suas respostas dando a sua opinião acerca do assunto <u>Dificuldades:</u> - em apresentar e justificar as suas ideias.	A professora questiona os alunos acerca do seu entendimento sobre o texto, iniciando pelos alunos que apresentaram mais dificuldade. A professora promove o debate colocando questões como:	Mostrar compreensão acerca da importância da eletricidade na sociedade	Quadro branco Canetas de quadro branco Projektor Computador

			<p>-Se não existisse eletricidade o que mudaria no nosso cotidiano?</p> <p>- Podem dar exemplos do vosso dia-a-dia que mostrem a importância da eletricidade na nossa vida?</p>	Saber dar exemplos do dia-a-dia que reflitam a importância da eletricidade na sociedade	
V. Discussão coletiva/ Exposição	15 min	<p>Os alunos apresentam as suas ideias acerca de corrente elétrica.</p> <p>Dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - em apresentar e justificar as suas ideias, - em distinguir eletricidade de corrente elétrica, - em compreender o significado de corrente elétrica, - em compreender que a corrente elétrica pode existir tanto em condutores sólidos como em condutores líquidos, - em compreender o tipo de cargas elétricas envolvidas quando o meio condutor é sólido ou líquido. 	<p>Tomando como linha condutora a importância da eletricidade na sociedade, chamando à atenção que produzir e controlar a corrente elétrica é fundamental a professora levanta a seguinte questão:</p> <p>O que é a corrente elétrica?</p> <p>A partir da questão levantada os alunos dão a sua opinião acerca do que é a corrente elétrica, permitindo à professora perceber as concepções que os alunos têm acerca deste conceito.</p> <p>Utilizando as ideias dos alunos a professora constrói em conjunto com estes o conceito de corrente elétrica, começando por relembrar as partículas constituintes dos átomos, destacando a mobilidade dos eletrões. Refere que em metais, ligas metálicas e na grafite existem eletrões mais afastados do núcleo que têm a possibilidade de se movimentar desordenadamente entre os átomos desses metais.</p> <p>Relembra igualmente a noção de ião e destacando a sua mobilidade em soluções aquosas.</p> <p>Conclui com os alunos que a corrente elétrica é um movimento orientado de partículas com carga elétrica através de um meio condutor.</p> <p>No final será projetado o diapositivo 1 com a síntese das principais ideias.</p> <p>Importa nesta altura esclarecer que a eletricidade é um termo geral que abrange uma variedade de fenómenos resultantes da presença e do fluxo de carga elétrica não devendo ser confundido com corrente elétrica.</p>	<p>Mostrar compreensão que a corrente elétrica é o movimento orientado de cargas elétricas através de um meio condutor.</p> <p>Mostrar compreensão que nos metais, nas ligas metálicas e na grafite a corrente elétrica é o movimento orientado de eletrões</p> <p>Mostrar compreensão que nas soluções aquosas, condutoras de corrente elétrica é o movimento orientado de iões positivos, num sentido, e iões negativos em sentido oposto.</p>	<p>Quadro branco</p> <p>Canetas de quadro branco</p> <p>Projektor</p> <p>Computador</p> <p>Diapositivo 1</p>

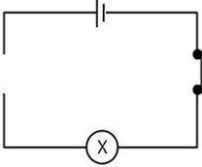
VI. Introdução da tarefa parte 2 (coletivo)	5 min	Ouvirem com atenção a leitura do texto da tarefa <u>Dificuldades:</u> Os alunos podem colocar dúvidas acerca do texto	A professora pede a um aluno que leia em voz alta o texto da parte 2 da tarefa. A professora questiona acerca de eventuais dúvidas sobre o texto. A professora informa sobre a duração desta parte da tarefa.	Mostrar compreensão sobre o texto	Projektor Computador Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autónomo (grupo) VII. Resolução da <u>questão 1.</u> Segundo o texto quais são os dispositivos elétricos necessários para construir um circuito elétrico que permita acender e apagar uma lâmpada?	3 min	Os alunos identificam que os componentes necessários para a construção do circuito são, a pilha, a lâmpada, os fios condutores e um interruptor <u>Dificuldades:</u> - em interpretar a analogia feita no texto e como tal não conseguirem identificar os componentes necessários para a construção do circuito	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo Incentiva os alunos a relerem o texto	Mostrar compreensão que os dispositivos elétricos necessários para a construção de um circuito elétrico simples que permita acender e apagar uma lâmpada são, a pilha, a lâmpada, os fios condutores e um interruptor	Enunciado da tarefa em papel
VIII. Resolução da <u>questão 2.</u> Planeia um circuito elétrico que permita apagar e acender uma lâmpada. Deves indicar o nome de todos os dispositivos elétricos do teu circuito, a respetiva função e representar o esquema do teu circuito.	10 min	Os alunos planeiam um circuito que inclua uma pilha, fios condutores, uma lâmpada e um interruptor, associando corretamente todos os dispositivos elétricos . Indicam o nome de todos os dispositivos elétricos e a respetiva função no circuito <u>Dificuldades:</u> - em planejar o circuito elétrico - em saber a função de cada dispositivo elétrico no circuito	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo Incentiva os alunos a relerem o texto.	Mostrar compreensão acerca da forma de como são ligados os dispositivos elétricos entre si Saber a função de cada dispositivo elétrico no circuito: Pilha: fonte de energia Lâmpada: recetor de energia Fios condutores: meio condutor da corrente elétrica Interruptor: permite interromper a circulação da corrente elétrica.	Enunciado da tarefa em papel
IX. Resolução da <u>questão 3.</u> Monta o circuito que planeaste. Se o teu circuito não funcionar explica a causa e volta a tentar	10 min	Os alunos montam o circuito planeado e verificam se este funciona. <u>Dificuldades:</u> - em montar o circuito planeado - em caso do circuito não funcionar identificar, explicar e corrigir a causa.	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo Caso o circuito de algum grupo não funcione como o esperado, professora deve incentivar os alunos a relerem o texto para que estes identifiquem que a corrente elétrica tem de seguir ao longo de um caminho para que se produza a produção da luz na lâmpada.	Saber construir o circuito elétrico, associando de forma correta todos os dispositivos elétricos .	Enunciado da tarefa em papel Lâmpadas, pilhas, fios condutores e interruptores

<p>X. Resolução da <u>questão 4</u>.</p> <p>Qualquer circuito elétrico é sempre representado por diagramas ou esquemas elétricos, fazendo corresponder a cada dispositivo elétrico o seu símbolo. Pesquisa no teu livro os símbolos dos componentes que utilizastes no teu circuito, e volta a representar o teu circuito.</p>	5 min	<p>Os alunos representam corretamente o circuito elétrico, utilizando os símbolos corretos. Podem apresentar dois esquemas elétricos, um para o interruptor aberto e outro para o interruptor fechado.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - em associar o dispositivo elétrico ao respetivo símbolo. - em representar o circuito elétrico através de esquemas elétricos. 	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo	<p>Saber associar cada dispositivo elétrico ao respetivo símbolo.</p> <p>Saber representar o esquema do circuito elétrico utilizando os respetivos símbolos</p>	Enunciado da tarefa em papel
<p>XI. Resolução da <u>questão 5</u></p> <p>Associa o símbolo do dispositivo elétrico que possa ter uma função análoga as palavras sublinhadas no contexto do sistema circulatório.</p>	3 min	<p>Os alunos associam vasos sanguíneos a fios condutores, coração à pilha e órgãos à lâmpada.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - em estabelecer a analogia entre os constituintes do sistema circulatório sublinhados e o dispositivo elétrico referente 	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo e a lerem o texto	Mostrar compreensão acerca da analogia que se estabelece entre o sistema circulatório e os circuitos elétricos, nomeadamente no que diz respeito à função da pilha, fios condutores e lâmpada.	Enunciado da tarefa em papel
<p>XII. Discussão coletiva</p>	15 min	<p>Os alunos partilham as suas respostas com a professora e com os colegas</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - em apresentar e justificar as suas ideias - em distinguir circuito aberto de circuito fechado - em saber a função de cada dispositivo elétrico no circuito - em representar esquematicamente o circuito elétrico. 	<p>Discutir com os alunos questão a questão da tarefa, iniciando com os alunos que apresentem mais dificuldades.</p> <p><u>Questão 1:</u></p> <p>A professora pede aos alunos que partilhem as suas respostas, pedindo que justifiquem com base no texto.</p> <p><u>Questão 2 a 4:</u></p> <p>A professora pede a alguns grupos, com diferentes representações, que desenhem no quadro o circuito que planearam, e a partir da discussão dos vários desenhos, observando semelhanças e diferenças a professora chama a atenção para a uniformização da representação esquemática dos circuitos, justificando desta forma a utilização de uma simbologia universal. Pede a um aluno que desenhe o esquema da</p>	<p>Mostrar compreensão que a corrente elétrica tem de percorreu todo o circuito pra que se observe a sua manifestação.</p> <p>Saber distinguir circuito elétrico aberto de circuito elétrico fechado</p> <p>Saber a função de cada dispositivo elétrico utilizado no circuito.</p> <p>Saber representar o esquema do circuito elétrico.</p>	<p>Quadro branco</p> <p>Canetas de quadro branco</p> <p>Projector</p> <p>Computador</p> <p>Diapositivo 2</p>

			<p>questão 4, destacando desta forma uma representação única para o circuito pedido. Discute-se também a representação de interruptor aberto e fechado e a sua representação consoante a representação de lâmpada acesa ou apagada, referindo que esta representação distingue circuito fechado de circuito aberto.</p> <p>A professora questiona os alunos acerca do sentido da corrente elétrica. Explica que em circuitos que utilizam pilhas como fontes de energia elétrica corrente elétrica ocorre num só sentido, do polo negativo para o positivo (sentido real da corrente), mas que por razões históricas, nomeadamente no século XVIII, quando se começou a estudar a corrente elétrica, o sentido desta foi estabelecido por analogia ao movimento de fluidos e pensava-se que a corrente se estabelecia do polo positivo para o polo negativo, sendo este o sentido convencional da corrente. Este sentido corresponde ao fluxo de cargas positivas que não ocorre nos condutores metálicos.</p> <p>Síntese das principais conclusões da tarefa acerca de circuito aberto ou fechado e função de cada dispositivo elétrico no circuito e respetivo símbolo.</p> <p><u>Questão 5:</u></p> <p>A professora pede aos alunos que partilhem as associações que fizeram justificando as suas opções com base no texto.</p> <p>A professora levanta a questão acerca dos recetores de energia elétrica, se só lâmpadas ou existem outros recetores de energia?</p> <p>Conduzindo à generalização</p> <p>Recetores de energia elétrica: são aparelhos que recebem energia elétrica e transformam-na noutras formas de energia</p> <p>Apresentação do diapositivo 2</p>	Saber identificar o sentido real e convencional da corrente elétrica.	
<p>Parte 3</p> <p>Trabalho autónomo (individual)</p> <p>XIII. Resolução das questões 1,2, 3 e 4</p>	7 min	Os alunos respondem as questões 1 à 4		Refletir sobre as aprendizagens realizadas e dificuldades sentidas	Enunciado da tarefa em papel

Desenvolvimento de aula da tarefa 2 – Bons e maus condutores (90 min)

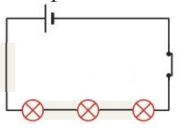
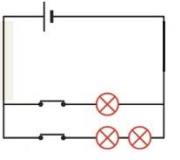
Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos	Materiais
I. Breve revisão da aula anterior	5 min	Ouvirem com atenção a revisão da aula anterior	A professora revê os conteúdos da aula anterior	Mostrar compreensão acerca dos conteúdos abordados na aula anterior	Projektor Computador
II. Introdução da tarefa	5 min	Ouvirem com atenção a explicação acerca do desenvolvimento da tarefa. Ouvirem com atenção a leitura da banda desenhada da tarefa. <u>Dificuldades:</u> Os alunos podem colocar dúvidas acerca da banda desenhada.	A professora distribui aos alunos a tarefa, explicando que o objetivo da tarefa é avaliar a condutibilidade elétrica de alguns materiais, a sua duração e reforçando que durante toda a tarefa os alunos estão a ser avaliados. A professora pede a um aluno que leia em voz alta a banda desenhada da tarefa A professora questiona os alunos se têm dúvidas acerca da banda desenhada.	Mostrar compreensão acerca da banda desenhada.	Projektor Computador Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autónomo (grupo) III. Resolução da <u>questão 1.</u> Formula hipóteses que permitam descobrir qual dos amigos tem razão	5min	Os alunos formulam hipóteses que permitam dar resposta ao problema proposto. Exemplos: A água é boa condutora elétrica. A água é má condutora elétrica. Existem materiais bons condutores elétricos e materiais maus condutores elétricos. <u>Dificuldades:</u> Em formular hipóteses que respondam ao problema.	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo Se os alunos demonstrarem dificuldade em formular hipóteses, a professora deverá explicar o que é uma hipótese no contexto de uma investigação científica.	Mostrar compreensão sobre o problema proposto. Saber formular hipóteses que respondam ao problema proposto.	Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autónomo (grupo) IV. Resolução da <u>questão 2.</u> Planeia uma atividade que permita testar as tuas hipóteses. Utiliza os materiais que tens à tua disposição e o teu manual.	5 min	Os alunos planificam uma atividade para testar as suas hipóteses. Identificam que necessitam de vários materiais para testar, que necessitam de uma lâmpada, fios condutores, fios com pontas de crocodilo, pilha e um interruptor. <u>Dificuldades:</u> -Em perceber o que é um procedimento; -Em perceber o que vão testar; -Em planificar o procedimento.	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo Se os alunos mostrarem dificuldades em perceber o que é um procedimento a professora deverá explicar que um procedimento consiste nos passos que devem realizar para testarem a hipótese. Se os alunos demonstrarem dificuldades na planificação da atividade a professora deve incentiva-los a relerem a banda desenhada e as hipóteses formuladas.	Saber planificar um procedimento que permita testar a condutibilidade elétrica de alguns materiais.	Enunciado da tarefa em papel Pregos de ferro, clipes metálicos, pedaços de plástico, rolas de cortiça, gobelés, água da torneira, água destilada, fios condutores, lâmpadas, pilha, fios com pontas de crocodilo, interruptores e elétrodos de grafite.

Trabalho autónomo (grupo) V. Resolução da <u>questão 3.</u> Representa o esquema do circuito elétrico que vais utilizar.	3 min	Os alunos representam o circuito elétrico que vão utilizar.  Dificuldades: - em representar o circuito	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo. Se os alunos tiverem dificuldade em representar o esquema do circuito elétrico a professora deverá incentivar os alunos a relembrem os conteúdos abordados na aula anterior.	Mostrar compreensão acerca da representação esquemática de um circuito elétrico	Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autónomo (grupo) VI. Resolução da <u>questão 4.</u> Constrói uma tabela para registar os resultados obtidos	5 min	Os alunos constroem uma tabela para registarem os resultados obtidos. Dificuldades: - Em construir a tabela	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo. A professora verifica se todos os alunos construíram corretamente a tabela. Se os alunos tiverem dificuldades em construir a tabela a professora incentiva os alunos para voltarem a analisar os materiais que vão utilizar e discutirem o que vão observar que seja prova de que os materiais testados conduzem ou não corrente elétrica.	Construir corretamente a tabela para registar os resultados obtidos.	Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autónomo (grupo) VII. Resolução da <u>questão 5.</u> Realiza a atividade, tendo o cuidado de registar todas as observações na tabela que construístes.	10 min	Os alunos realizam a atividade experimental. Dificuldades: - Construir o circuito elétrico	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo. A professora verifica se o circuito está corretamente montados. Se os alunos mostrarem dificuldades em montar o circuito a professora deverá incentiva-los a relembrem o que aprenderam sobre os circuitos elétricos na aula passada.	Mostrar compreensão sobre a forma de como se constrói um circuito elétrico.	Enunciado da tarefa em papel Pregos de ferro, cliques metálicos, pedaços de plástico, rolhas de cortiça, gobelés, água da torneira, água destilada, fios condutores, lâmpadas, pilha, fios com pontas de crocodilo, interruptores e eletrodos de grafite.
Trabalho autónomo (grupo) VIII. Resolução da <u>questão 6.</u> Tira conclusões	10 min	Os alunos identificam que os materiais bons condutores elétricos são, o prego de ferro, o clipe e a água da torneira, justificando a sua escolha com bases nas observações da atividade laboratorial Os alunos identificam que os materiais maus condutores elétricos são, a cortiça, o plástico e	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo Incentiva os alunos a analisarem os resultados obtidos e a mobilizarem os conhecimentos adquiridos na aula anterior.	Mostrar compreensão que o prego de ferro, o clipe e a água da torneira são bons condutores de corrente elétrica porque tem na sua constituição cargas elétricas com grande mobilidade.	Enunciado da tarefa em papel

		<p>a água destilada, justificando a sua escolha com bases nas observações da atividade laboratorial</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em tirar conclusões depois de realizada a atividade laboratorial. 		<p>Mostrar compreensão que a cortiça, o plástico e a água destilada são maus condutores elétricos (isoladores) porque na sua constituição não tem cargas elétricas com mobilidade.</p>	
IX. Discussão coletiva	10 min	<p>Os alunos partilham as suas respostas com a professora e com os colegas.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - em apresentar e justificar as suas ideias - em compreender que existem materiais bons condutores e maus condutores de corrente elétrica - em identificar materiais bons e maus condutores de corrente elétrica. 	<p>Discutir com os alunos questão a questão da tarefa, iniciando com os grupos que apresentaram mais dificuldades.</p> <p>Apresentação do diapositivo 1 com a síntese da tarefa.</p> <p>A professora pede aos alunos que copiem para o caderno a síntese.</p>	<p>Mostrar compreensão que existem materiais que são bons condutores de corrente elétrica porque tem na sua constituição cargas elétricas com grande mobilidade.</p> <p>Mostrar compreensão que existem materiais maus condutores elétricos (isoladores) porque na sua constituição não tem cargas elétricas com mobilidade.</p>	<p>Quadro Branco</p> <p>Canetas de quadro branco</p> <p>Projektor</p> <p>Computador</p> <p>Enunciado da tarefa em papel</p>
Trabalho autónomo (grupo) X. Resolução do Vai mais além <u>questão 1.</u> Identifica no texto uma aplicação da corrente elétrica na atualidade	2 min	<p>Os alunos identificam no texto a aplicação da corrente elétrica, como tratamento do cancro</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em identificar a aplicação da corrente elétrica no texto. 	<p>Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo e a relerem o texto</p>	<p>Saber identificar que a aplicação de corrente elétrica evidenciada no texto é a sua utilização para o tratamento do cancro</p>	<p>Enunciado da tarefa em papel</p>
Trabalho autónomo (grupo) XI. Resolução do Vai mais além <u>questão 2.</u> O corpo humano é um bom ou mau condutor de corrente elétrica? Justifica.	5 min	<p>Os alunos identificam o corpo humano como bom condutor elétrico, devido à sua constituição ser de 70% de água e esta ser boa condutora de eletricidade por conter iões.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em identificar o corpo humano como condutor elétrico e em saber justificar 	<p>Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo e a analisarem a síntese efetuada na discussão coletiva</p>	<p>Mostrar compreensão de que o corpo humano é um bom condutor elétrico devido à sua constituição ser de 70 % de água, e esta ser boa condutora elétrica pois na sua constituição possui iões que são responsáveis pela condução de corrente elétrica.</p>	<p>Enunciado da tarefa em papel</p>

XII. Discussão coletiva	5 min	Os alunos partilham as suas respostas com a professora e com os colegas. <u>Dificuldades:</u> - em apresentar e justificar as suas ideias. - em identificar a aplicabilidade da corrente elétrica referenciada no texto. - em compreender que o corpo humano é um bom condutor elétrico.	Discutir com os alunos questão a questão, iniciando com os grupos que apresentaram mais dificuldades.	Mostrar compreensão de que o corpo humano é um bom condutor elétrico	Quadro Branco Canetas de quadro branco Projektor Computador Enunciado da tarefa em papel
Para refletir Trabalho autónomo (individual) XIII. Resolução das questões 1 e 2	5 min	Os alunos respondem as questões 1 e 2		Refletir sobre as aprendizagens realizadas e dificuldades sentidas.	Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autónomo (individual) XIV. Resolução dos exercícios das páginas 138 e 139 do manual	15 min	Os alunos resolvem os exercícios do manual. <u>Dificuldades:</u> Em interpretar os exercícios e resolve-los	A professora incentiva os alunos a consultarem as sínteses da tarefa 1 e 2.	Mostrar compreensão acerca dos conceitos desenvolvidos ao longo da tarefa 1 e 2.	Manual

Desenvolvimento de aula da tarefa 3 – Circuitos em serie e em paralelo (90 min)

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos	Materiais
I. Introdução da tarefa	5 min	Ouvirem com atenção a explicação acerca do desenvolvimento da tarefa. Ouvirem com atenção a leitura do texto. <u>Dificuldades:</u> Os alunos podem colocar dúvidas acerca do texto.	A professora distribui aos alunos a tarefa, explicando que o objetivo da tarefa é associar lâmpadas de diferentes formas, a sua duração e reforçando que durante toda a tarefa os alunos estão a ser avaliados. A professora pede a um aluno que leia em voz alta o texto da tarefa. A professora questiona os alunos se têm dúvidas acerca do texto.	Mostrar compreensão acerca do texto.	Projetor Computador Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autónomo (grupo) II. Resolução da <u>questão 1.</u> Desenha dois esquemas de circuitos elétricos que representem as duas situações descritas. O esquema A deve corresponder ao circuito em que todas as lâmpadas são acionadas em simultâneo pelo mesmo interruptor e o esquema B deve corresponder ao circuito em que as lâmpadas de presença funcionem em simultâneo, mas independentemente da lâmpada de emergência.	10 min	Os alunos desenharam e identificaram os esquemas dos circuitos pretendidos: <div style="display: flex; align-items: center;"> (A)  </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> (B)  </div> <u>Dificuldades:</u> Em desenhar os circuitos pretendidos.	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo Se os alunos demonstrarem dificuldade em desenharem os circuitos, a professora deve relembrar que a corrente elétrica tem de percorrer um caminho fechado. No circuito A a professora pode relembrar os alunos sobre o circuito que fizeram na tarefa 1 com o objetivo de acender uma única lâmpada e partir daí questioná-los se poderão associar mais lâmpadas a esse circuito. No circuito B a professora pode questionar os alunos se para o circuito pretendido a corrente elétrica irá percorrer um único caminho ou não.	Mostrar compreensão sobre os esquemas de circuitos elétricos Saber desenhar corretamente os esquemas de circuitos elétricos pretendidos	Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autónomo (grupo) III. Resolução da <u>questão 2.</u> Planifica uma atividade que te permita testar os teus circuitos. Deves	10 min	Os alunos planificam uma atividade para testar os seus circuitos. <u>Dificuldades:</u> - Em perceber o qual é o objetivo da atividade - Em perceber o que é um procedimento; - Em planificar o procedimento.	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo. Se os alunos demonstrarem dificuldade acerca do objetivo da atividade a professora deve de incentivar os alunos a lerem o texto bem como a questão 2.	Saber planificar um procedimento que permita testar os circuitos planeados e as observações pretendidas.	Enunciado da tarefa em papel

observar a luminosidade das lâmpadas nos dois circuitos, bem como o que acontece em cada um dos circuitos ao abrir e fechar um interruptor e quando se desenrosca cada uma das lâmpadas.			Se os alunos mostrarem dificuldades em perceber o que é um procedimento a professora deverá explicar que um procedimento consiste nos passos que devem realizar para testarem os seus circuitos Se os alunos demonstrarem dificuldades na planificação da atividade a professora deve incentiva-los a relembrem os conhecimentos adquiridos acerca das planificações das tarefas anteriores.																			
Trabalho autónomo (grupo) IV. Resolução da <u>questão 3.</u> Constrói uma tabela para registares os resultados obtidos.	5 min	Os alunos constroem uma tabela para registarem os resultados obtidos. Por exemplo: <table><tr><th rowspan="2">Circuito</th><th colspan="2">Luminosidade de cada lâmpada</th><th rowspan="2">Quando se abre um interruptor</th><th rowspan="2">Quando se desenrosca uma lâmpada</th></tr><tr><th>Grande/Pequena</th><th>Igual/Diferente</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>Dificuldades:</u> - Em construir a tabela	Circuito	Luminosidade de cada lâmpada		Quando se abre um interruptor	Quando se desenrosca uma lâmpada	Grande/Pequena	Igual/Diferente	A					B					Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo. A professora verifica se todos os alunos construíram corretamente a tabela. Se os alunos tiverem dificuldades em construir a tabela a professora incentiva os alunos para voltarem a analisar os circuitos e quais os fatores que pretendem analisar (luminosidade das lâmpadas, ligar e desligar os interruptores e desenrosca cada lâmpada)	Construir corretamente a tabela para registar os resultados obtidos	Enunciado da tarefa em papel
Circuito	Luminosidade de cada lâmpada			Quando se abre um interruptor	Quando se desenrosca uma lâmpada																	
	Grande/Pequena	Igual/Diferente																				
A																						
B																						
Trabalho autónomo (grupo) V. Resolução da <u>questão 4.</u> Realiza a atividade, tendo o cuidado de registar todas as observações na tabela que construístes.	15 min	Os alunos realizam a atividade. <u>Dificuldades:</u> - Construir o circuito elétrico	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo. A professora verifica se os circuitos estão corretamente montados. Se os alunos mostrarem dificuldades em montar os circuitos pretendidos a professora deve orientar os alunos na sua construção principalmente no circuito B. A professora pode sugerir aos alunos que comecem a construir o circuito a partir da pilha e daí para a primeira ramificação e só depois para a segunda. A professora pode sugerir aos alunos que identifiquem as lâmpadas de cada circuito (L ₁ , L ₂ e L ₃) assim como os interruptores (K ₁ e K ₂) para facilitar o registo das observações.	Mostrar compreensão sobre a forma de como se constrói um circuito elétrico. Mostrar compreensão sobre as observações que deve realizar ao longo da atividade.	Enunciado da tarefa em papel																	

<p>Trabalho autônomo (grupo)</p> <p>VI. Resolução da <u>questão 5.</u></p> <p>Tira conclusões</p>	<p>10 min</p>	<p>Os alunos analisam os resultados obtidos e concluem acerca das diferenças entre os dois circuitos.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <p>- Em tirar conclusões depois de realizada a atividade laboratorial.</p>	<p>Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo</p> <p>Incentiva os alunos a analisarem os resultados obtidos</p>	<p>Mostrar compreensão que no circuito A o interruptor liga e desliga todas as lâmpadas, que se se desenroscar uma lâmpada todas as outras se apagam pois o circuito fica interrompido e que neste tipo de associação a luminosidade diminui porque a energia elétrica é dividida por cada recetor.</p> <p>Mostrar compreensão que no circuito B os interruptores instalados em cada ramificação apenas comandam essa ramificação, que quando se desenrosca uma lâmpada de uma ramificação só as lâmpadas dessa ramificação apagam e a lâmpada da outra ramificação continua acesa e que neste tipo de circuito as lâmpadas têm a mesma luminosidade pois cada uma continua a receber a energia que recebia pois está ligada diretamente à fonte de energia</p> <p>Mostrar compreensão que no circuito A a</p>	<p>Enunciado da tarefa em papel</p>
---	---------------	---	---	--	-------------------------------------

				energia elétrica apenas percorre um caminho e no circuito B percorre dois caminhos distintos.	
VII. Discussão coletiva	20 min	<p>Os alunos partilham as suas respostas com a professora e com os colegas.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <p>- Em apresentar e justificar as suas ideias</p>	<p>Discutir com os alunos questão a questão da tarefa, iniciando com os grupos que apresentaram mais dificuldades.</p> <p>A professora pede a um aluno que venha ao quadro desenhar o circuito A e a outro aluno que venha desenhar o circuito B.</p> <p>A partir do desenho de cada circuito é analisado e discutido cada observação efetuada comparando as diferenças de cada circuito.</p> <p>A professora questiona os alunos acerca do nome de cada associação feita nos circuitos. Em conjunto com estes classifica o circuito A como circuito é série levando-os a concluir que neste circuito a corrente elétrica percorre apenas um único caminho e classificam o circuito B como circuito com os dois tipos de associações onde a corrente elétrica pode percorrer vários caminhos.</p> <p>Na discussão a professora poderá utilizar o simulador de circuitos para ajudar os alunos na visualização e comparação de cada circuito.</p> <p>A professora projeta outros circuitos semelhantes e questiona os alunos sobre o que acontece se abrir um interruptor ou tirar uma lâmpada.</p> <p>Apresentação do diapositivo 1 com a síntese da tarefa.</p> <p>A professora pede aos alunos que copiem para o caderno a síntese.</p>	<p>Mostrar compreensão acerca das diferenças dos dois circuitos.</p> <p>Mostrar compreensão que o circuito A é denominado de circuito em série.</p> <p>Mostrar compreensão que o circuito B é um circuito com os dois tipos de associações.</p> <p>Mostrar compreensão de que existem dois tipos de associações possíveis: em série e em paralelo.</p>	<p>Quadro Branco</p> <p>Canetas de quadro branco</p> <p>Projetor</p> <p>Computador</p> <p>Enunciado da tarefa em papel</p> <p>Simulador de circuitos elétricos “Circuitos elétricos AC/DC” de http://phet.colorado.edu/pt/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac</p>
Trabalho autónomo (grupo) VIII. Resolução do Vai mais além	5 min	<p>Os alunos identificam que o circuito mais útil numa habitação é o circuito em paralelo pois permite aceder a luz de uma divisão independentemente das outras.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p>	<p>Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo e a lerem as conclusões a que chegaram com a realização da tarefa.</p>	<p>Mostrar compreensão que o circuito mais útil para as habitações é o circuito em paralelo pois permite acender</p>	<p>Enunciado da tarefa em papel</p>

Tendo em conta a atividade realizada, qual dos dois circuitos é mais útil numa habitação? Justifica a tua escolha.		<ul style="list-style-type: none"> - Em identificar o circuito - Em justificar a sua escolha 		uma lâmpada independentemente das outras lâmpadas da casa.	
IX.Discussão coletiva	5 min	<p>Os alunos partilham as suas respostas com a professora e com os colegas.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - em apresentar e justificar as suas ideias. 	Discutir com os alunos a questão, iniciando com os grupos que apresentaram mais dificuldades.		<p>Quadro Branco</p> <p>Canetas de quadro branco</p> <p>Projetor</p> <p>Computador</p> <p>Enunciado da tarefa em papel</p>
<p>Para refletir</p> <p>Trabalho autónomo (individual)</p> <p>X. Resolução das questões 1 e 2</p>	5 min	Os alunos respondem as questões 1 e 2		Refletir sobre as aprendizagens realizadas e dificuldades sentidas.	Enunciado da tarefa em papel

Desenvolvimento de aula da Tarefa 4 – Tensão e Corrente elétrica (150 min)

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos	Materiais
I. Introdução da tarefa (coletivo)	5 min	Ouvirem com atenção a explicação acerca do desenvolvimento da tarefa. Ouvirem com atenção a leitura do texto da tarefa <u>Dificuldades:</u> Os alunos podem colocar dúvidas acerca do texto	A professora distribui aos alunos a tarefa, explicando que o objetivo da tarefa é estudar a resistência elétrica dos condutores Informa os alunos da duração que irão responder à questão 1 e 2 da tarefa para o qual terão 10 min e em seguida far-se-á uma discussão. A professora pede a um aluno que leia em voz alta o texto da tarefa. A professora questiona os alunos se têm dúvidas acerca do texto.	Mostrarem compreensão acerca do texto	Projektor Computador Enunciado da tarefa em papel
Parte 1 Trabalho autónomo (grupo) II. Resolução da <u>questão 1.</u> Sublinha no texto palavras que não conheças e pesquisa no teu manual o seu significado.	5 min	Os alunos identificam e sublinham no texto palavras que desconhecem o seu significado. Possíveis significados desconhecidos: Resistência; diferença de pressão <u>Dificuldades:</u> Em interpretar o texto e as suas analogias	Incentiva os alunos a discutirem as suas ideias em grupo.	Mostrar compreensão que resistência elétrica é uma propriedade dos condutores que se relaciona com a oposição que oferecem ao movimento orientado dos eletrões. É uma grandeza física que caracteriza os condutores elétricos e representa-se pela letra R. A sua unidade SI é o ohm (Ω) e tem submúltiplo $m\Omega$ e múltiplo $k\Omega$. Mostrar compreensão que quanto maior a resistência elétrica de um condutor menor, maior é o valor da corrente elétrica e vice-versa.	Enunciado da tarefa em papel

				<p>Mostrar compreensão que a resistência do condutor pode ser medida diretamente quando este não está ligado ao circuito com um ohmímetro e que pode ser medida indiretamente quando o condutor ligado ao circuito através da medida da tensão e a corrente elétrica, utilizando a expressão $R = U/I$</p> <p>Mostrar compreensão que resistência elétrica é uma propriedade dos condutores mas também é a palavra utilizada para designar dispositivos elétricos que têm por função aquecimento ou diminuição da corrente elétrica em certos percursos.</p>	
<p>Trabalho autónomo (grupo)</p> <p>III. Resolução da <u>questão 2</u>.</p> <p>Afigura do texto procura ilustrar uma lei que estabelece a relação entre as três grandezas físicas referidas no texto. Pesquisa essa lei no teu manual e enuncia-a.</p>	5 min	<p>Os alunos identificam a lei como sendo a lei de Ohm. E enunciam-na: A tensão entre os terminais de um condutor metálico filiforme e homogéneo, a temperatura constante, é diretamente proporcional à corrente elétrica que o percorre.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <p>-em identificar e enunciar a lei de Ohm</p>	<p>Incentiva os alunos a discutirem as suas ideias em grupo.</p> <p>Incentiva os alunos a lerem o texto</p>	<p>Mostrar compreensão que a lei de Ohm traduz uma relação de proporcionalidade direta entre as grandezas tensão e corrente elétrica, ou seja, o seu quociente é constante e indica a resistência do condutor, mantendo a temperatura constante.</p>	Enunciado da tarefa em papel

IV. Discussão coletiva	10 min	<p>Os alunos partilham as suas respostas com a professora e com os colegas</p> <p><u>Dificuldades:</u> Em apresentar e justificar as suas ideias</p>	<p>Discutir com os alunos questão a questão da tarefa, iniciando com os grupos que apresentaram mais dificuldades.</p> <p>Questão 1:</p> <p>A partir das respostas dadas a professora em conjunto com os alunos clarifica o conceito de resistência elétrica explicando a sua relação de proporcionalidade inversa com a corrente elétrica, mantendo constante a tensão, utilizando o simulador “Kit de construção de circuitos (só DC)” para a aquisição de dados e posterior construção do gráfico da corrente elétrica em função da resistência elétrica.</p> <p>Questão 2:</p> <p>A partir das respostas dadas a professora clarifica a lei de Ohm, chamando à atenção dos alunos para a relação de proporcionalidade direta entre a tensão e a corrente elétrica, quando se mantém constante a temperatura, a forma do gráfico entre estas duas variáveis e o significado físico do declive da reta do gráfico.</p>		<p>Quadro Branco</p> <p>Canetas de quadro branco</p> <p>Projetor</p> <p>Computador</p> <p>Enunciado da tarefa em papel</p> <p>Diapositivo 2</p>
V. Introdução da tarefa parte 2 (coletivo)	5 min	<p>Ouvirem com atenção a explicação acerca do desenvolvimento da tarefa.</p> <p>Ouvirem com atenção a leitura da banda desenhada</p> <p><u>Dificuldades:</u> Os alunos podem colocar dúvidas acerca da banda desenhada</p>	<p>A professora explica aos alunos que o objetivo da parte 2 é a construção de um gerador eletroquímico com limões.</p> <p>A professora pede a um aluno que leia a banda desenhada em voz alta.</p> <p>Informa o tempo que os alunos têm para a realização desta parte da tarefa.</p>	Mostrarem compreensão acerca da banda desenhada.	Enunciado da tarefa em papel
<p>Parte 2</p> <p>Trabalho autónomo (grupo)</p> <p>VI. Resolução da <u>questão 1</u></p> <p>Formula hipóteses que ajudem os dois amigos na sua investigação.</p>	5 min	<p>Os alunos formulam hipóteses passíveis de serem testadas.</p> <p><u>Por exemplo:</u></p> <p>É possível acender uma lâmpada utilizando um único limão, utilizando como terminais dois metais diferentes.</p> <p>É possível acender um lâmpada utilizando mais do que um limão, utilizando como terminais dois metais diferentes ligando-os em paralelo</p> <p>É possível acender um lâmpada utilizando mais do que um limão, utilizando como terminais dois metais diferentes ligando-os em série</p> <p><u>Dificuldades:</u> Em formular hipóteses que possam testar.</p>	<p>Incentiva os alunos a discutirem as suas ideias em grupo.</p> <p>Incentiva os alunos a lerem a banda desenhada e a mobilizarem os seus conhecimentos acerca dos geradores eletroquímicos</p>	<p>Mostrar compreensão sobre o problema proposto.</p> <p>Saber formular hipóteses que respondam ao problema proposto.</p>	Enunciado da tarefa em papel

Trabalho autônomo (grupo) VII. Resolução da <u>questão 2</u> Planeja uma atividade para testar as hipóteses formuladas. Não te esqueças de indicar todo o material e representares esquematicamente o circuito utilizado.	10 min	Os alunos planificam uma atividade para testar as suas hipóteses. Os alunos identificam qual o objetivo da atividade Os alunos identificam o material que necessitam (lâmpada, limões, fios condutores, dois metais diferentes e voltímetro) Os alunos representam esquematicamente o circuito a utilizar. Os alunos planeiam passo por passo a sua atividade <u>Dificuldades:</u> - Em perceber o que é um procedimento; -Em perceber o que vão testar; -Em planificar o procedimento.	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo Se os alunos mostrarem dificuldades em perceber o que é um procedimento a professora deverá explicar que um procedimento consiste nos passos que devem realizar para testarem a hipótese. Se os alunos demonstrarem dificuldades na planificação da atividade a professora deve incentiva-los a lerem a banda desenhada e as hipóteses formuladas.	Saber planificar um procedimento que permita acender uma lâmpada através da construção de um gerador eletroquímico feito com limões	Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autônomo (grupo) VIII. Resolução da <u>questão 3</u> Constrói uma tabela para registares os resultados obtidos.	5 min	Os alunos constroem uma tabela para registarem os resultados obtidos. <u>Dificuldades:</u> - Em construir a tabela	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo. A professora verifica se todos os alunos construíram corretamente a tabela. Se os alunos tiverem dificuldades em construir a tabela a professora incentiva os alunos para voltarem a analisar a sua planificação para identificarem o que têm de medir	Construir corretamente a tabela para registar os resultados obtidos.	Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autônomo (grupo) IX. Resolução da <u>questão 4</u> Realiza a atividade	10 min	Os alunos realizam a atividade experimental. <u>Dificuldades:</u> - Construir o circuito elétrico - Em associar corretamente os limões de forma a conseguirem acender a lâmpada	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo. A professora verifica se o circuito está corretamente montados. Se os alunos mostrarem dificuldades em montar o circuito a professora deverá incentiva-los a relembra-rem o que aprenderam sobre os circuitos elétricos	Mostrar compreensão sobre a forma de como se constrói um circuito elétrico. Mostrar compreensão que a associação dos limões em serie é a que permite acender a lâmpada.	Enunciado da tarefa em papel Limões, lâmpadas, pregos de ferro, pedaços de cobre, multímetro, fios condutores, crocodilos
Trabalho autônomo (grupo) X. Resolução da <u>questão 5</u> Tira conclusões	10 min	Os alunos identificam que a associação que permite acender a lâmpada é a associação em serie, pois aumenta a diferença de potencial entre os terminais da pilha, sendo desta forma fornecida mais energia às cargas elétricas. Os alunos concluem que a diferença de potencial ou tensão elétrica numa associação de pilhas em serie é igual à soma das tensões entre os terminais de cada pilha.	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo Incentiva os alunos a analisarem os resultados obtidos e a mobilizarem os conhecimentos adquiridos anteriormente.	Mostrar compreensão que a associação de pilhas em serie origina uma tensão elétrica ou diferença de potencial superior, sendo assim fornecida mais energia às cargas elétricas.	Enunciado da tarefa em papel

		Os alunos concluem que quanto maior for o número de limões associados em série maior será a luminosidade da lâmpada.		<p>Mostrar compreensão de que a tensão elétrica ou diferença de potencial entre os terminais de uma associação de pilhas em série é igual à soma das tensões elétricas o diferenças de potencial entre os terminais das várias pilhas.</p> <p>Mostrar compreensão que quanto maior for a quantidade de energia fornecida às cargas elétricas maior será a luminosidade da lâmpada.</p>	
XI. Discussão coletiva	10 min	<p>Os alunos partilham as suas respostas com a professora e com os colegas.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <p>- em apresentar e justificar as suas ideias.</p>	<p>Discutir com os alunos a questão, iniciando com os grupos que apresentaram mais dificuldades.</p> <p>Questiona os alunos acerca das hipóteses colocadas por estes.</p> <p>Questiona os alunos sobre qual o objetivo da atividade.</p> <p>Questiona aos alunos para explicarem porque é que a partir de um limão é possível construir uma pilha capaz de acender uma lâmpada.</p> <p>Pede a um aluno que construa no quadro uma tabela com os resultados obtidos</p> <p>Questiona acerca da diferença de potencial obtida na associação em série dos limões</p> <p>Questiona porque é que a associação em série permite obter uma maior luminosidade da lâmpada</p> <p>Apresentação da síntese – diapositivo 3</p>		<p>Quadro Branco</p> <p>Canetas de quadro branco</p> <p>Projetor</p> <p>Computador</p> <p>Enunciado da tarefa em papel</p> <p>Diapositivo 3</p>

XII. Introdução da tarefa parte 3 (coletivo)	5 min	<p>Ouvirem com atenção a explicação acerca do desenvolvimento da tarefa.</p> <p>Ouvirem com atenção a leitura do texto da tarefa</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <p>Os alunos podem colocar dúvidas acerca do texto</p>	<p>A professora explica que o objetivo da terceira parte da tarefa é realizar medições das grandezas físicas corrente elétrica e tensão elétrica em associações de lâmpadas em serie e em paralelo investigando as diferenças entre estas grandezas nas diferentes associações.</p> <p>Informa os alunos da duração da parte 3 da tarefa.</p> <p>A professora pede a um aluno que leia em voz alta o texto da tarefa da parte 3</p> <p>A professora questiona os alunos se têm dúvidas acerca do texto.</p> <p>A professora pede aos alunos que identifiquem o tipo de associação em cada circuito.</p>	Mostrarem compreensão acerca do texto	Projetor Computador Enunciado da tarefa em papel
<p>Parte 3</p> <p>Trabalho autónomo (grupo)</p> <p>XIII. Resolução da <u>questão 1</u></p> <p>Planeia uma atividade para ajudares a Margarida e o Afonso a resolverem o seu problema. Não te esqueças de indicar todo o material, representares esquematicamente cada circuito e identificares o tipo de circuito.</p>	7 min	<p>Os alunos planificam uma atividade para resolver o problema proposto.</p> <p>Os alunos identificam qual o objetivo da atividade</p> <p>Os alunos identificam o material que necessitam</p> <p>Os alunos representam esquematicamente os circuitos a utilizar.</p> <p>Os alunos planeiam passo por passo a sua atividade</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em perceber o que é um procedimento; -Em perceber o que vão testar; -Em planificar o procedimento. 	<p>Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo</p> <p>Se os alunos mostrarem dificuldades em perceber o que é um procedimento a professora deverá explicar que um procedimento consiste nos passos que devem realizar para resolverem o problema proposto</p> <p>Se os alunos demonstrarem dificuldades na planificação da atividade a professora deve incentiva-los a relerem o texto</p>	Saber planificar um procedimento que permita realizar as medições de corrente elétrica e tensão elétrica.	Enunciado da tarefa em papel
<p>Trabalho autónomo (grupo)</p> <p>XIV. Resolução da <u>questão 2</u></p> <p>Constrói uma tabela para registares os resultados obtidos.</p>	3 min	<p>Os alunos constroem uma tabela para registarem os resultados obtidos.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em construir a tabela 	<p>Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo.</p> <p>A professora verifica se todos os alunos construíram corretamente a tabela.</p> <p>Se os alunos tiverem dificuldades em construir a tabela a professora incentiva os alunos para voltarem a analisar a sua planificação para identificarem o que têm de medir</p>	Construir corretamente a tabela para registar os resultados obtidos.	Enunciado da tarefa em papel
<p>Trabalho autónomo (grupo)</p> <p>XV. Resolução da <u>questão 3</u></p> <p>Realiza a atividade.</p>	10 min	<p>Os alunos realizam a atividade experimental.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em associar corretamente no circuito o voltímetro e o amperímetro -Em realizar corretamente as medições 	<p>Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo.</p> <p>A professora verifica se o multímetro está corretamente montado para a medida que se quer efetuar.</p> <p>Se os alunos mostrarem dificuldades em montar o multímetro a professora deverá incentiva-los a</p>	Mostrar compreensão sobre a forma de como se liga um voltímetro e um amperímetro num circuito elétrico	Enunciado da tarefa em papel Placas com diferentes associações de lâmpadas Multímetros

			relembrem o que aprenderam sobre as grandezas físicas corrente elétrica e tensão elétrica	Medir corretamente as grandezas corrente elétrica e tensão elétrica	Pilhas
Trabalho autônomo (grupo) XVII. Resolução da <u>questão 4</u> Tira conclusões	10 min	<p>Os alunos concluem que na associação de recetores em série a tensão elétrica da associação é igual à soma das tensões elétricas medidas nos terminais de cada recetor.</p> <p>Os alunos concluem que na associação em série a corrente elétrica é igual em qual quer ponto do circuito.</p> <p>Os alunos concluem que na associação em paralelo a tensão elétrica da associação é igual à soma das tensões elétricas medidas nos terminais de cada recetor</p> <p>Os alunos concluem que na associação em paralelo a corrente elétrica do ramo principal é igual à soma da corrente elétrica medida em cada uma das ramificações.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <p>- Em concluir acerca das diferenças das grandezas corrente elétrica e tensão elétrica nos dois tipos de associações.</p>	<p>Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo</p> <p>Incentiva os alunos a analisarem os resultados obtidos e a mobilizarem os conhecimentos adquiridos anteriormente.</p>	<p>Mostrar compreensão que na associação de recetores em série a tensão elétrica da associação é igual à soma das tensões elétricas medidas nos terminais de cada recetor.</p> <p>Mostrar compreensão que na associação em série a corrente elétrica é igual em qual quer ponto do circuito.</p> <p>Mostrar compreensão que na associação em paralelo a tensão elétrica da associação é igual à tensão elétrica medida nos terminais de cada recetor</p> <p>Mostrar compreensão que na associação em paralelo a corrente elétrica do ramo principal é igual à soma da corrente elétrica medida em cada uma das ramificações.</p>	Enunciado da tarefa em papel
XVIII. Discussão coletiva	15 min	<p>Os alunos partilham as suas respostas com a professora e com os colegas.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <p>- Em apresentar e justificar as suas ideias.</p>	<p>Discutir com os alunos a questão a questão, iniciando com os grupos que apresentaram mais dificuldades.</p> <p>Questiona os alunos sobre o objetivo da atividade</p> <p>Pede a um aluno que no quadro construa a tabela dos resultados obtidos</p>		<p>Quadro Branco</p> <p>Canetas de quadro branco</p> <p>Projektor</p> <p>Computador</p> <p>Enunciado da tarefa em papel</p>

			Discutir com os alunos os resultados, chegando desta forma às conclusões pretendidas Síntese – diapositivo 4		Diapositivo 4
Para refletir... Trabalho autónomo (individual) XVI. Resolução das questões 1 e 2	5 min	Os alunos respondem as questões 1 e 2		Refletir sobre as aprendizagens realizadas e dificuldades sentidas.	Enunciado da tarefa em papel

Desenvolvimento de aula da tarefa 5 – Resistência Elétrica (115 min)

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos	Materiais
I. Introdução da tarefa (coletivo)	5 min	Ouvirem com atenção a explicação acerca do desenvolvimento da tarefa. Ouvirem com atenção a leitura do texto da tarefa <u>Dificuldades:</u> Os alunos podem colocar dúvidas acerca do texto	A professora distribui aos alunos a tarefa, explicando que o objetivo da tarefa é estudar a resistência elétrica dos condutores Informa os alunos da duração que irão responder à questão 1 e 2 da tarefa para o qual terão 10 min e em seguida far-se-á uma discussão. A professora pede a um aluno que leia em voz alta o texto da tarefa. A professora questiona os alunos se têm dúvidas acerca do texto.	Mostrarem compreensão acerca do texto	Projektor Computador Enunciado da tarefa em papel
Parte 1 Trabalho autónomo (grupo) II. Resolução da <u>questão 1</u> . Sublinha no texto palavras que não conheças e pesquisa no teu manual o seu significado.	5 min	Os alunos identificam e sublinham no texto palavras que desconhecem o seu significado. Possíveis significados desconhecidos: Resistência; diferença de pressão <u>Dificuldades:</u> Em interpretar o texto e as suas analogias	Incentiva os alunos a discutirem as suas ideias em grupo.	Mostrar compreensão que resistência elétrica é uma propriedade dos condutores que se relaciona com a oposição que oferecem ao movimento orientado dos eletrões. É uma grandeza física que caracteriza os condutores elétricos e representa-se pela letra R. A sua unidade SI é o ohm (Ω) e tem submúltiplo $m\Omega$ e múltiplo $k\Omega$. Mostrar compreensão que quanto maior a resistência elétrica de um condutor menor, maior é o valor da corrente elétrica e vice-versa.	Enunciado da tarefa em papel

				<p>Mostrar compreensão que a resistência do condutor pode ser medida diretamente quando este não está ligado ao circuito com um ohmímetro e que pode ser medida indiretamente quando o condutor ligado ao circuito através da medida da tensão e a corrente elétrica, utilizando a expressão $R = U/I$</p> <p>Mostrar compreensão que resistência elétrica é uma propriedade dos condutores mas também é a palavra utilizada para designar dispositivos elétricos que têm por função aquecimento ou diminuição da corrente elétrica em certos percursos.</p>	
<p>Trabalho autónomo (grupo)</p> <p>III. Resolução da <u>questão 2.</u></p> <p>A figura do texto procura ilustrar uma lei que estabelece a relação entre as três grandezas físicas referidas no texto. Pesquisa essa lei no teu manual e enuncia-a.</p>	5 min	<p>Os alunos identificam a lei como sendo a lei de Ohm. E enunciam-na: A tensão entre os terminais de um condutor metálico filiforme e homogêneo, a temperatura constante, é diretamente proporcional à corrente elétrica que o percorre.</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <p>-em identificar e enunciar a lei de Ohm</p>	<p>Incentiva os alunos a discutirem as suas ideias em grupo.</p> <p>Incentiva os alunos a lerem o texto</p>	<p>Mostrar compreensão que a lei de Ohm traduz uma relação de proporcionalidade direta entre as grandezas tensão e corrente elétrica, ou seja, o seu quociente é constante e indica a resistência do condutor, mantendo a temperatura constante.</p>	Enunciado da tarefa em papel

IV.Discussão coletiva	15 min	<p>Os alunos partilham as suas respostas com a professora e com os colegas</p> <p><u>Dificuldades:</u> Em apresentar e justificar as suas ideias</p>	<p>Discutir com os alunos questão a questão da tarefa, iniciando com os grupos que apresentaram mais dificuldades.</p> <p>Questão 1:</p> <p>A partir das respostas dadas a professora em conjunto com os alunos clarifica o conceito de resistência elétrica explicando a sua relação de proporcionalidade inversa com a corrente elétrica, mantendo constante a tensão, utilizando o simulador “Kit de construção de circuitos (só DC)” para a aquisição de dados e posterior construção do gráfico da corrente elétrica em função da resistência elétrica.</p> <p>Questão 2:</p> <p>A partir das respostas dadas a professora clarifica a lei de Ohm, chamando à atenção dos alunos para a relação de proporcionalidade direta entre a tensão e a corrente elétrica, quando se mantém constante a temperatura, a forma do gráfico entre estas duas variáveis e o significado físico do declive da reta do gráfico.</p> <p>Apresentação da síntese relativa à resistência elétrica e lei de Ohm – diapositivo 1</p>		<p>Quadro Branco</p> <p>Canetas de quadro branco</p> <p>Projetor</p> <p>Computador</p> <p>Enunciado da tarefa em papel</p> <p>http://phet.colorado.edu/pt/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc</p> <p>Diapositivo 1</p>
<p>Trabalho autónomo (grupo)</p> <p>V. Resolução da <u>questão 3</u></p> <p>Planeia uma atividade que te permita testar a lei de Ohm</p>	10 min	<p>Os alunos planificam uma atividade para testar a lei de Ohm</p> <p>Os alunos identificam qual o objetivo da atividade</p> <p>Os alunos identificam o material que necessitam (3 pilhas de 1,5 V, fios de ligação, amperímetro, voltímetro e resistência)</p> <p>Os alunos representam esquematicamente o circuito a utilizar.</p> <p>Os alunos planeiam passo por passo a sua atividade</p> <p><u>Dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em perceber o que é um procedimento; -Em perceber o que vão testar; -Em planificar o procedimento. 	<p>Incentiva os alunos a discutirem as suas ideias em grupo.</p> <p>Incentiva os alunos a mobilizarem os seus conhecimentos acerca da lei de ohm</p>	<p>Saber planificar um procedimento que para a aquisição de dados que determinem a relação de proporcionalidade direta entre a tensão e a corrente elétrica</p> <p>Reconhecer que a variável que se mantém constante é a resistência.</p> <p>Reconhecer que as variáveis a medir são a</p>	Enunciado da tarefa em papel

				tensão e a corrente elétrica	
Trabalho autônomo (grupo) VI. Resolução da <u>questão 4</u> Constrói uma tabela para registares os resultados obtidos.	5 min	Os alunos constroem uma tabela para registarem os resultados obtidos. <u>Dificuldades:</u> - Em construir a tabela	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo. A professora verifica se todos os alunos construíram corretamente a tabela. Se os alunos tiverem dificuldades em construir a tabela a professora incentiva os alunos para voltarem a analisar a sua planificação para identificarem o que têm de medir	Construir corretamente a tabela para registar os resultados obtidos.	Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autônomo (grupo) VII. Resolução da <u>questão 5</u> Realiza a atividade	15 min	Os alunos realizam a atividade experimental. <u>Dificuldades:</u> - Construir o circuito elétrico - Associar corretamente as pilhas em série	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo. A professora verifica se o circuito está corretamente montado. Se os alunos mostrarem dificuldades em montar o circuito a professora deverá incentiva-los a relembra-rem o que aprenderam sobre os circuitos elétricos	Mostrar compreensão sobre a forma de como se constrói um circuito elétrico. Mostrar compreensão acerca do tipo de associação em série com pilhas	Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autônomo (grupo) VIII. Resolução da <u>questão 6</u> Constrói um gráfico que te permita verificar a lei de Ohm	10 min	Construir o gráfico da tensão em função da corrente elétrica através dos dados da tabela. <u>Dificuldades:</u> Em construir da gráfico da tensão em função da corrente elétrica nomeadamente na escolha correta dos eixos, e escalas adequadas.	Se os alunos mostrarem dificuldades na escolha correta dos eixos, a professora poderá questionar acerca das variáveis dependente e independente, lembrando que a variável independente corresponde ao eixo do xx.	Construir o gráfico tensão em função da corrente elétrica, identificado corretamente o eixo eixo da tensão (yy - ordenadas) e o da corrente elétrica (xx - abcissas), com as respetivas unidades SI, com escalas adequadas em cada eixo.	Enunciado da tarefa em papel
Trabalho autônomo (grupo) IX. Resolução da <u>questão 7</u> Tira conclusões	10 min	Os alunos identificam que o condutor testado é ôhmico porque cumpre a lei de Ohm, visto se verificar a relação de proporcionalidade direta entre a tensão e a corrente elétrica observada através do gráfico e que o declive da reta obtida do gráfico é o valor da resistência do condutor <u>Dificuldades:</u> - em concluir que o condutor é ôhmico e explicar o porquê com base nos dados obtidos	Incentiva os alunos a discutir as suas ideias em grupo. Incentiva os alunos a observarem a tabela e o gráfico construído	Mostrar compreensão que o condutor estudado é ôhmico porque se verifica a relação de proporcionalidade direta entre a tensão e a corrente elétrica. Mostrar compreensão que o significado físico	Enunciado da tarefa em papel

				do declive da reta é o valor da resistência do condutor.	
X. Discussão coletiva	15 min	Os alunos partilham as suas respostas com a professora e com os colegas. <u>Dificuldades:</u> - em apresentar e justificar as suas ideias.	Discutir com os alunos a questão, iniciando com os grupos que apresentaram mais dificuldades. A professora pede a um aluno que construa no quadro a sua tabela de resultados e o seu gráfico. A partir da representação gráfica discute com os alunos se o condutor analisado cumpre ou não a lei de Ohm. Nesta altura a professora projeta um gráfico de um condutor não ôhmico discutindo com os alunos as diferenças entre ambos Apresentação da síntese – diapositivo 2	Mostrar compreensão em relação às diferenças de condutores ôhmicos e não ôhmicos	Quadro Branco Canetas de quadro branco Projetor Computador Enunciado da tarefa em papel Diapositivo 2
Trabalho autónomo (grupo) XI. Resolução do <u>Vai mais além</u>	5 min	Os alunos relacionam a regulação da luminosidade com a resistência do fio condutor presente no botão rotativo. <u>Dificuldades:</u> - em relacionar a resistência com a luminosidade da lâmpada	Incentiva os alunos a discutirem as suas ideias em grupo.	Mostrar compreensão que uma mudança de resistência influencia a luminosidade da lâmpada	Enunciado da tarefa em papel
XII. Discussão coletiva	10 min	Os alunos partilham as suas respostas com a professora e com os colegas. <u>Dificuldades:</u> - em apresentar e justificar as suas ideias.	Discutir com os alunos a questão, iniciando com os grupos que apresentaram mais dificuldades. A professora introduz o conceito reóstato como um dispositivo de resistência variável capaz de regular a luminosidade da lâmpada. Aumentando o comprimento do fio condutor a resistência aumenta, a corrente elétrica diminui e a luminosidade diminui. Diminuindo o comprimento do fio condutor a resistência diminui, a corrente elétrica aumenta e a luminosidade aumenta Apresentação do diapositivo 3	Mostrar compreensão que o reóstato é um dispositivo de resistência variável Mostrar compreensão que a resistência varia com o comprimento do fio condutor, quando aumenta o comprimento do fio condutor a resistência aumenta, a corrente elétrica diminui e a luminosidade diminui e vice-versa	Quadro Branco Canetas de quadro branco Projetor Computador Enunciado da tarefa em papel Diapositivo 3
Para refletir... Trabalho autónomo (individual) XII. Resolução das questões 1 e 2	5 min	Os alunos respondem as questões 1 e 2		Refletir sobre as aprendizagens realizadas e dificuldades sentidas.	Enunciado da tarefa em papel

APÊNDICE D

INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Grelha de avaliação tarefa 1 – Circuitos elétricos

Questões	Operações / ações envolvidas	Indicadores de Desempenho			
		1	2	3	4
Parte 1	Identifica o assunto das notícias	Não identifica o assunto das notícias	Identifica o assunto das notícias	Não aplicável	Não aplicável
1	Justifica a importância da eletricidade no dia-a-dia	Não justifica	Justifica, mas não utiliza argumentos das notícias, apenas argumentos do seu dia-a-dia. Frases mal contruídas e com erros ortográficos	Justifica utilizando argumentos das notícias e do seu dia-a-dia. Algumas frases mal contruídas, mas sem erros ortográficos	Justifica utilizando argumentos das notícias e do seu dia-a-dia. Frases bem contruídas e sem erros ortográficos
Parte 2	Identifica os dispositivos elétricos	Não identifica nenhum dispositivo	Identifica dois dispositivos	Identifica três dispositivos	Identifica os quatro dispositivos
1					
2	Planifica um circuito elétrico	Não planifica o circuito elétrico	Planifica o circuito elétrico apenas com alguns dos dispositivos necessários e com algumas incorreções	Planifica o circuito elétrico com todos os dispositivos necessários, mas com algumas incorreções	Planifica o circuito elétrico corretamente e com todos os dispositivos necessários
	Identifica os dispositivos elétricos	Não identifica nenhum dispositivo	Identifica dois dispositivos	Identifica três dispositivos	Identifica os quatro dispositivos
	Indica a função dos dispositivos elétricos	Não identifica a função de nenhum dispositivo	Identifica a função de dois dispositivos	Identifica a função de três dispositivos	Identifica a função dos quatro dispositivos
3	Concretização experimental	Não é capaz de construir o circuito elétrico sem acompanhamento do professor	É capaz de construir o circuito elétrico apenas com a orientação do professor	É capaz de construir o circuito elétrico, mas com alguma dificuldade em manusear os dispositivos elétricos, necessitando por vezes de orientação do professor	É capaz de construir o circuito elétrico, sem dificuldade em manusear os dispositivos elétricos e sem a orientação do professor

4	Representa esquematicamente o circuito elétrico	Representa incorretamente o circuito	Representa corretamente o circuito	Não aplicável	Não aplicável
5	Compreende a analogia entre o sistema circulatório e o circuito elétrico	Não compreende a analogia	Compreende a analogia mas substitui corretamente apenas uma palavra sublinhada	Compreende a analogia mas substitui corretamente apenas duas palavras sublinhadas	Compreende a analogia e substitui corretamente as três palavras sublinhadas
Parte 3	Identifica o sentido da corrente elétrica	Não identifica o sentido da corrente elétrica	Identifica o sentido da corrente elétrica	Não aplicável	Não aplicável
1					
Trabalho de grupo					
Tipo de interação entre o grupo		Não há interação nem acompanhamento da evolução do trabalho	Colaboração pontual, com distrações esporádicas das tarefas do grupo	Colaboração com responsabilidade pelas tarefas destinadas	Colaboração em todas as tarefas, contribuindo para o sucesso do trabalho
Respeito pelos colegas		Faltas de atenção e fala constantemente quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Está pouco atento e fala por vezes quando os colegas estão a intervir prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Revela alguma atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Está atento. Ouve os colegas e por vezes coloca perguntas pertinentes

Grelha de avaliação tarefa 2 – Bons e maus condutores

Questões	Operações / ações envolvidas	Indicadores de Desempenho			
		1	2	3	4
1	Formula hipóteses	Não identifica a situação problemática. Não formula hipóteses de resolução. Necessita de muito apoio	Identifica a situação problemática. Não formula hipóteses de resolução. Necessita de apoio	Identifica a situação problemática. Formula hipóteses de resolução. Necessita de algum apoio	Identifica a situação problemática. Formula hipóteses de resolução. Não necessita de apoio
2	Define os objetivos da atividade	Não define o objetivo da atividade	Define que o objetivo da experiência é testar a condutibilidade elétrica de vários materiais, através da construção de um circuito aberto que permita alternar entre os vários materiais e observar se a lâmpada acende ou não (evidência da condutibilidade elétrica)	Não aplicável	Não aplicável
	Define procedimentos e estratégias	Não define as estratégias ou procedimentos adequados. Não sabe como vai testar a condutibilidade elétrica dos materiais	Define de forma incompleta as estratégias e procedimentos necessários para atingir os objetivos propostos. Necessidade de ajuda para reformular: sabe o que vai testar, mas tem dificuldade em definir estratégias e procedimentos para cumprir o objetivo	Define estratégias e procedimentos necessários para cumprir os objetivos propostos: sabe o que vai testar e consegue definir as estratégias e procedimentos para cumprir o objetivo	Não aplicável

	Identifica o material necessário	Não identifica o material necessário	Identifica algum material necessário	Identifica todo o material necessário	Não aplicável
	Elabora o procedimento	O procedimento é difícil de compreender. Indica alguns passos do procedimento mas não respeita a sequência.	O procedimento é claro, no entanto faltam alguns detalhes. Contudo pode ser reproduzido “adivinhando” algumas etapas	O procedimento é claro e pode ser facilmente reproduzido	Para além do referido no indicador anterior, o procedimento inclui algumas notas ou chamadas de atenção, como por exemplo que no teste de condução da água os eletrodos de grafite não se devem tocar.
3	Representa esquematicamente o circuito elétrico	Representa incorretamente o circuito	Representa corretamente o circuito	Não aplicável	Não aplicável
4	Concebe um instrumento para registar os dados	Regista os resultados obtidos sem contruir uma tabela	Constrói a tabela mas não identifica os materiais utilizados ou a evidência da condução ou não da corrente elétrica	Constrói uma tabela com os materiais utilizados e a evidência da condução ou não da corrente elétrica	Não aplicável
5	Concretização experimental	Não é capaz de construir o circuito elétrico sem acompanhamento do professor	É capaz de construir o circuito elétrico apenas com a orientação do professor	É capaz de construir o circuito elétrico, mas com alguma dificuldade em manusear os dispositivos elétricos, necessitando por vezes de orientação do professor	É capaz de construir o circuito elétrico, sem dificuldade em manusear os dispositivos elétricos e sem a orientação do professor
5	Dá resposta à questão inicial e tira conclusões	Responde à questão inicial e classifica corretamente os materiais mas utiliza linguagem do senso comum	Responde à questão inicial e classifica corretamente os materiais utilizando linguagem mista	Responde à questão inicial e classifica corretamente os materiais utilizando linguagem científica	Não aplicável

Vai mais além 1	Identifica a aplicação da corrente elétrica	Não identifica a aplicação da corrente elétrica	Identifica a aplicação da corrente elétrica	Não aplicável	Não aplicável
2	Identifica o corpo humano como bom condutor e justifica utilizando conceitos científicos	Não identifica o corpo humano como bom condutor elétrico	Identifica o corpo humano como bom condutor elétrico e justifica utilizando linguagem do senso comum	Identifica o corpo humano como bom condutor elétrico e justifica utilizando linguagem mista	Identifica o corpo humano como bom condutor elétrico e justifica utilizando linguagem científica
Trabalho de grupo					
Tipo de interação entre o grupo		Não há interação nem acompanhamento da evolução do trabalho	Colaboração pontual, com distrações esporádicas das tarefas do grupo	Colaboração com responsabilidade pelas tarefas destinadas	Colaboração em todas as tarefas, contribuindo para o sucesso do trabalho
Respeito pelos colegas		Faltas de atenção e fala constantemente quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Está pouco atento e fala por vezes quando os colegas estão a intervir prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Revela alguma atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Está atento. Ouve os colegas e por vezes coloca perguntas pertinentes

Grelha de avaliação tarefa 3 – Associações de recetores

Questões	Operações / ações envolvidas	Indicadores de Desempenho			
		1	2	3	4
1	Desenhar esquemas elétricos	Não consegue desenhar nenhum esquema elétrico. Necessita de muito apoio	Desenha os dois esquemas elétricos mas com algumas incorreções. Necessita de apoio	Desenha os dois esquemas elétricos corretamente. Necessita de algum apoio	Desenha os dois esquemas elétricos corretamente. Não necessita de apoio
2	Define os objetivos da atividade	Não define o objetivo da atividade	Define que o objetivo da é comparar os dois tipos de associações de recetores no que diz respeito à sua luminosidade, ao ligar e desligar os interruptores e ao desenroscar cada lâmpada	Não aplicável	Não aplicável
	Define procedimentos e estratégias	Não define as estratégias ou procedimentos adequados. Não sabe como vais comparar os dois tipos de associações de recetores	Define de forma incompleta as estratégias e procedimentos necessários para atingir os objetivos propostos. Necessidade de ajuda para reformular: sabe o que vai comparar, mas tem dificuldade em definir estratégias e	Define estratégias e procedimentos necessários para cumprir os objetivos propostos: sabe o que vai comparar e consegue definir as estratégias e procedimentos para cumprir o objetivo	Não aplicável

			procedimentos para cumprir o objetivo		
	Identifica o material necessário	Não identifica o material necessário	Identifica algum material necessário	Identifica todo o material necessário	Não aplicável
	Elabora o procedimento	O procedimento é difícil de compreender. Indica alguns passos do procedimento mas não respeita a sequência.	O procedimento é claro, no entanto faltam alguns detalhes. Contudo pode ser reproduzido “adivinhandando” algumas etapas	O procedimento é claro e pode ser facilmente reproduzido	Não aplicável
3	Concebe um instrumento para registrar os dados	Regista os resultados obtidos sem contruir uma tabela	Constrói a tabela mas não identifica cada fator a comparar	Constrói uma tabela identificando os fatores que vai comparar	Não aplicável
4	Concretização experimental	Não é capaz de construir os circuitos elétricos sem acompanhamento do professor	É capaz de construir os circuitos elétricos apenas com a orientação do professor	É capaz de construir os circuitos elétricos, mas com alguma dificuldade em manusear os dispositivos elétricos, necessitando por vezes de orientação do professor	É capaz de construir os circuitos elétricos, sem dificuldade em manusear os dispositivos elétricos e sem a orientação do professor
5	Tira conclusões	Não é capaz de identificar as diferenças entre os dois circuitos	Identifica algumas diferenças entre os circuitos, no entanto não fundamenta com as observações realizadas	Identifica todas as diferenças entre os dois circuitos e fundamenta com as observações realizadas	Identifica todas as diferenças entre os dois circuitos, fundamenta com as observações realizadas e conclui acerca do percurso das cargas elétricas nos dois circuitos.

Vai mais além	Identifica o circuito mais útil	Não identifica o circuito mais útil	Identifica o circuito mais útil mas não justifica a sua escolha	Identifica o circuito mais útil justificando a sua escolha	Não aplicável
Trabalho de grupo					
Tipo de interação entre o grupo		Não há interação nem acompanhamento da evolução do trabalho	Colaboração pontual, com distrações esporádicas das tarefas do grupo	Colaboração com responsabilidade pelas tarefas destinadas	Colaboração em todas as tarefas, contribuindo para o sucesso do trabalho
Respeito pelos colegas		Faltas de atenção e fala constantemente quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Está pouco atento e fala por vezes quando os colegas estão a intervir prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Revela alguma atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Está atento. Ouve os colegas e por vezes coloca perguntas pertinentes

Grelha de avaliação tarefa 4 – Tensão elétrica e corrente elétrica

Questões	Operações / ações envolvidas	Indicadores de Desempenho			
		1	2	3	4
Parte 1					
1	Identifica as condições que conduziram à invenção da pilha	Não identifica as condições que conduziram à invenção da pilha	Identifica algumas das condições que conduziram à invenção da pilha	Identifica que as condições que conduziram à invenção da pilha foram o contato entre dois metais diferentes e uma solução condutora	Não aplicável
2	Descreve como se obtiveram valores de tensão elétrica superiores	Não descreve como se conseguiram obter valores de tensão elétrica superiores	Descreve como se obtiveram valores de tensão elétrica superiores mas utiliza linguagem do senso comum	Descreve como se obtiveram valores de tensão elétrica superiores mas utiliza uma linguagem mista	Descreve como se obtiveram valores de tensão elétrica superiores utilizando linguagem científica e refere ainda possíveis exemplos de soluções condutoras.
Parte 2					
1	Formula hipóteses	Não identifica a situação problemática. Não formula hipóteses de resolução. Necessita de muito apoio	Identifica a situação problemática. Não formula hipóteses de resolução. Necessita de apoio	Identifica a situação problemática. Formula hipóteses de resolução. Necessita de algum apoio	Identifica a situação problemática. Formula hipóteses de resolução. Não necessita de apoio
2	Define os objetivos da atividade	Não define o objetivo da atividade	Define que o objetivo da é construir uma pilha com um limão para acender uma lâmpada	Não aplicável	Não aplicável
	Define procedimentos e estratégias	Não define as estratégias ou procedimentos	Define de forma incompleta as estratégias e procedimentos	Define estratégias e procedimentos necessários para cumprir	Não aplicável

		adequados. Não sabe como construir a pilha	necessários para atingir os objetivos propostos. Necessidade de ajuda para reformular: sabe o que vai fazer, mas tem dificuldade em definir estratégias e procedimentos para cumprir o objetivo	os objetivos propostos: sabe o que vai fazer e consegue definir as estratégias e procedimentos para cumprir o objetivo	
	Identifica o material necessário	Não identifica o material necessário	Identifica algum material necessário	Identifica todo o material necessário	Não aplicável
	Elabora o procedimento	O procedimento é difícil de compreender. Indica alguns passos do procedimento mas não respeita a sequência.	O procedimento é claro, no entanto faltam alguns detalhes. Contudo pode ser reproduzido “adivinhandando” algumas etapas	O procedimento é claro e pode ser facilmente reproduzido	Não aplicável
	Identifica o circuito	Não identifica nenhum dos circuitos	Identifica corretamente os dois circuitos	Não aplicável	Não aplicável
	Representa o circuito	Não representa os circuitos	Representa corretamente os dois circuitos	Não aplicável	Não aplicável
3	Concebe um instrumento para registrar os dados	Regista os resultados obtidos sem contruir uma tabela	Constrói a tabela mas não identifica a grandeza a medir ou a luminosidade da lâmpada	Constrói uma tabela identificando a grandeza que vai medir e a luminosidade da lâmpada	Não aplicável
4	Concretização experimental	Não é capaz de construir o circuito elétrico, nem a pilha com o limão sem acompanhamento do professor	É capaz de construir o circuito elétrico e a pilha com o limão apenas com a orientação do professor	É capaz de construir o circuito elétrico e a pilha com o limão, mas com alguma dificuldade em manusear os dispositivos elétricos, necessitando por vezes de orientação do professor	É capaz de construir o circuito elétrico e a pilha com o limão, sem dificuldade em manusear os dispositivos elétricos e sem a orientação do professor

5	Tira conclusões	Não é capaz de formular nenhuma conclusão	Formula apenas uma conclusão, frases mal construídas e com recurso a linguagem do senso comum	Formula algumas conclusões, no entanto utiliza linguagem mista. Não fundamenta com os resultados obtidos	Formula todas as conclusões, utilizando linguagem científica e fundamentando as suas conclusões com os resultados obtidos
Parte 3					
1	Define os objetivos da atividade	Não define o objetivo da atividade	Define que o objetivo da é medir as grandezas tensão elétrica e corrente elétrica em circuitos com associações em serie e em paralelo	Não aplicável	Não aplicável
	Define procedimentos e estratégias	Não define as estratégias ou procedimentos adequados. Não sabe como construir a pilha	Define de forma incompleta as estratégias e procedimentos necessários para atingir os objetivos propostos. Necessidade de ajuda para reformular: sabe o que vai medir, mas tem dificuldade em definir estratégias e procedimentos para cumprir o objetivo	Define estratégias e procedimentos necessários para cumprir os objetivos propostos: sabe o que vai medir e consegue definir as estratégias e procedimentos para cumprir o objetivo	Não aplicável
	Identifica o material necessário	Não identifica o material necessário	Identifica algum material necessário	Identifica todo o material necessário	Não aplicável
	Elabora o procedimento	O procedimento é difícil de compreender. Indica alguns passos do procedimento mas não respeita a sequência.	O procedimento é claro, no entanto faltam alguns detalhes. Contudo pode ser reproduzido “adivinhandando” algumas etapas	O procedimento é claro e pode ser facilmente reproduzido	Não aplicável

2	Concebe um instrumento para registar os dados	Regista os resultados obtidos sem contruir uma tabela	Constrói a tabela mas não identifica as grandezas que vai medir	Constrói uma tabela identificando as grandezas que vai medir	Não aplicável
3	Concretização experimental	Não é capaz de realizar as medições sem a ajuda permanente do professor	É capaz de realizar as medições apenas com a orientação do professor	É capaz de realizar as medições, mas com alguma dificuldade em manusear os dispositivos elétricos, necessitando por vezes de orientação do professor	É capaz de realizar as medições, sem dificuldade em manusear os dispositivos elétricos e sem a orientação do professor
4	Tira conclusões	Não é capaz de identificar as diferenças das duas grandezas entre os dois circuitos	Identifica algumas diferenças das duas grandezas entre os dois circuitos, no entanto não fundamenta com as observações realizadas e utiliza linguagem do senso comum	Identifica todas as diferenças das duas grandezas entre os dois circuitos e fundamenta com as observações realizadas, no entanto utiliza linguagem mista	Identifica todas as diferenças das duas grandezas entre os dois circuitos, fundamenta com as observações realizadas e utiliza linguagem científica
Trabalho de grupo					
Tipo de interação entre o grupo		Não há interação nem acompanhamento da evolução do trabalho	Colaboração pontual, com distrações esporádicas das tarefas do grupo	Colaboração com responsabilidade pelas tarefas destinadas	Colaboração em todas as tarefas, contribuindo para o sucesso do trabalho
Respeito pelos colegas		Faltas de atenção e fala constantemente quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Está pouco atento e fala por vezes quando os colegas estão a intervir prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Revela alguma atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Está atento. Ouve os colegas e por vezes coloca perguntas pertinentes

Grelha de avaliação tarefa 5 – Resistência elétrica

Questões	Operações / ações envolvidas	Indicadores de Desempenho			
		1	2	3	4
1	Seleção de informação	Não consegue selecionar a informação relevante	Seleciona pouca informação relevante	Seleciona informação relevante	Seleciona informação muito relevante
2	Identifica a Lei de Ohm	Não consegue identificar a Lei de Ohm	Identifica apenas a Lei de Ohm e não a enuncia	Identifica a Lei de Ohm e enuncia	Identifica a Lei de Ohm, enuncia e relaciona com condutores ôhmicos e não ôhmicos
3	Define os objetivos da atividade	Não define o objetivo da atividade	Define que o objetivo da atividade é testar a Lei de Ohm	Não aplicável	Não aplicável
	Define procedimentos e estratégias	Não define as estratégias ou procedimentos adequados. Não sabe como testar a Lei de Ohm	Define de forma incompleta as estratégias e procedimentos necessários para atingir os objetivos propostos. Necessidade de ajuda para reformular: sabe o que vai fazer, mas tem dificuldade em definir estratégias e procedimentos para cumprir o objetivo	Define estratégias e procedimentos necessários para cumprir os objetivos propostos: sabe o que vai fazer e consegue definir as estratégias e procedimentos para cumprir o objetivo	Não aplicável
	Identifica o material necessário	Não identifica o material necessário	Identifica algum material necessário	Identifica todo o material necessário	Não aplicável
	Elabora o procedimento	O procedimento é difícil de compreender. Indica alguns passos do procedimento mas não respeita a sequência.	O procedimento é claro, no entanto faltam alguns detalhes. Contudo pode ser reproduzido “adivinhando” algumas etapas	O procedimento é claro e pode ser facilmente reproduzido	Não aplicável
	Representa o circuito	Não representa os circuitos	Representa corretamente os dois circuitos	Não aplicável	Não aplicável
4	Concebe um instrumento para registar os dados	Regista os resultados obtidos sem contruir uma tabela	Constrói a tabela mas não identifica a grandeza a medir ou a luminosidade da lâmpada	Constrói uma tabela identificando a grandeza que vai medir e a luminosidade da lâmpada	Não aplicável

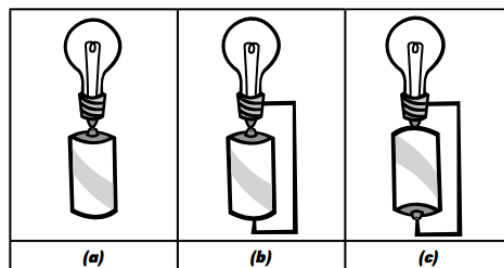
6	Construir um gráfico	Constrói o gráfico marcando corretamente os pontos obtidos	Constrói o gráfico, indicando: - Grandeza Marca corretamente todos os pontos obtidos	Constrói o gráfico, indicando: -Grandeza -Unidades Marca corretamente todos os pontos obtidos	Não aplicável
7	Tira conclusões	Não é capaz de formular nenhuma conclusão	Formula apenas uma conclusão, frases mal construídas e com recurso a linguagem do senso comum	Formula algumas conclusões, no entanto utiliza linguagem mista. Não fundamenta com os resultados obtidos	Formula todas as conclusões, utilizando linguagem científica e fundamentando as suas conclusões com os resultados obtidos
	Vai mais além	Não é capaz de explicar o funcionamento do candeeiro	Explica o funcionamento do candeeiro, relacionando a resistência elétrica com a luminosidade	Explica o funcionamento do candeeiro, relacionando a resistência elétrica com a luminosidade e aplica o conceito de resistência variável indicando como funciona	Explica o funcionamento do candeeiro, relacionando a resistência elétrica com a luminosidade e aplica o conceito de resistência variável indicando como funciona. Denomina corretamente o nome do dispositivo elétrico que tem esta função.
Trabalho de grupo					
Tipo de interação entre o grupo		Não há interação nem acompanhamento da evolução do trabalho	Colaboração pontual, com distrações esporádicas das tarefas do grupo	Colaboração com responsabilidade pelas tarefas destinadas	Colaboração em todas as tarefas, contribuindo para o sucesso do trabalho
Respeito pelos colegas		Faltas de atenção e fala constantemente quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Está pouco atento e fala por vezes quando os colegas estão a intervir prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Revela alguma atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudicando o bom funcionamento do grupo e da aula	Está atento. Ouve os colegas e por vezes coloca perguntas pertinentes

APÊNDICE D

QUESTIONÁRIO

Questionário

1. Observa os seguintes esquemas:



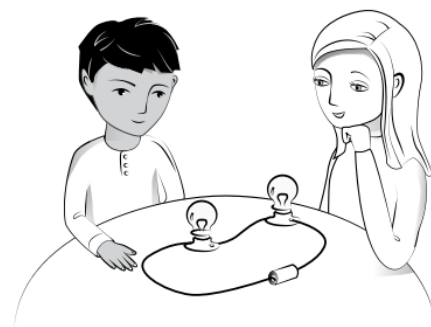
Em qual(ais) dos esquemas a lâmpada irá acender? Explica.

2. Dois alunos planejaram um circuito, com uma pilha, fios e duas lâmpadas iguais. Antes de fazerem as ligações, fizeram a seguinte previsão sobre o brilho das duas lâmpadas:

Afonso: Eu penso que o brilho será o mesmo nas duas lâmpadas.

Margarida: Eu penso que uma lâmpada brilhará mais do que a outra.

Com qual dos alunos concorda? Explica.



3. A Maria observa atentamente um copo que contém água pura e um copo que contém água salgada. A aparência dos copos é exatamente igual. Explica o que poderá a Maria fazer, sem provar a água, para descobrir qual o copo que contém água salgada.

APÊNDICE E

GUIÃO DA ENTREVISTA

Guião da entrevista semiestruturada – Entrevista em grupo focado

Dimensões	Objetivos	Questões
Aprendizagens realizadas pelos alunos	Conhecer as aprendizagens dos alunos durante a realização das tarefas laboratoriais de investigação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consideram estas tarefas importantes para a vossa aprendizagem? Porquê? 2. O que aprenderam com as tarefas? Que conceitos? Como aprenderam? 3. Que papel desempenharam na realização das tarefas? 4. Ao longo das aulas foram sentido mais à vontade com a realização das tarefas? Porquê?
Dificuldades sentidas pelos alunos	Conhecer as principais dificuldades sentidas pelos alunos durante a realização das tarefas laboratoriais de investigação	<ol style="list-style-type: none"> 5. Que dificuldades sentiram na realização das tarefas? Porquê? 6. Como conseguiram ultrapassar essas dificuldades?
Estratégias utilizadas pelos alunos para resolverem as tarefas	Conhecer as estratégias utilizadas pelos alunos durante a realização das tarefas laboratoriais de investigação	<ol style="list-style-type: none"> 7. Na resolução das atividades eram confrontados com um problema que tinham de resolver. Que estratégias utilizaram para resolver os problemas propostos? 8. Açam que poderiam ter utilizado outras estratégias para conseguirem uma aprendizagem mais eficaz? Podem dar exemplos. 9. O que alterariam nas tarefas desenvolvidas? Porquê?
Potencialidades atribuídas ao uso de atividades laboratoriais do tipo investigativo	Conhecer quais as potencialidades que os alunos atribuem a este tipo de tarefas	<ol style="list-style-type: none"> 10. Gostaram de realizar este tipo de tarefas? Porquê? 11. Das tarefas que realizaram qual a que mais gostaram? Porquê? 12. E a que menos gostaram? Porquê? 13. Açam que é mais fácil a aprendizagem de conceitos numa aula convencional ou através da aplicação deste tipo de tarefas? 14. No final de cada tarefa realizaram uma autoavaliação do trabalho desenvolvido ao longo da tarefa. Consideram importante esta autoavaliação? Porquê?